

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**  
**PROYECTO FIN DE CARRERA**



**GESTIÓN DE BIBLIOTECA BASADA EN  
IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA**

*INGENIERÍA TÉCNICA DE TELECOMUNICACIÓN*  
*ESPECIALIDAD: SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN*

Autor: Verónica Martínez Galán  
Tutor: Raúl Sánchez Reíllo

Leganés, Octubre 2015

Gracias a mi familia.  
Y todas las amigas que me han  
ayudado y apoyado en la  
realización de este proyecto.



## Índice

1.	Introducción .....	1
1.1.	Motivación.....	2
1.2.	Objetivo .....	2
2.	Sistemas de identificación automática .....	4
2.1.	Introducción.....	5
2.2.	Códigos de barras .....	5
2.3.	Sistemas de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) .....	8
2.4.	Tecnologías de tarjeta.....	9
2.4.1.	Tarjetas de banda magnética .....	9
2.4.2.	Tarjetas con circuito integrado.....	10
2.4.3.	Tarjetas ópticas .....	13
2.5.	Sistemas biométricos .....	13
2.6.	Tecnología RFID .....	14
3.	Tecnología RFID .....	16
3.1.	Introducción.....	17
3.2.	Funcionamiento y componentes de un sistema RFID .....	17
3.2.1.	Transponders o Etiquetas .....	18
3.2.2.	Lector o “Transceiver” .....	21
3.2.3.	Antena .....	22
3.3.	Beneficios de la tecnología RFID .....	22
3.4.	Aplicaciones genéricas .....	23
3.4.1.	Logística.....	23
3.4.2.	Sistema de control de accesos .....	24
3.4.3.	Cobro de peajes en autopistas .....	24
3.4.4.	Facturación de equipajes .....	24
3.4.5.	Sanidad.....	25
3.4.6.	Animales .....	25
3.4.7.	Gestión bibliotecaria .....	25
3.4.8.	Transporte .....	26
3.5.	Uso de RFID vs Código de barras.....	26



4.	Biblioteca en RFID .....	28
4.1.	Justificación de la tecnología .....	29
4.2.	Descripción del HW .....	29
4.2.1.	Lector/grabador .....	31
4.2.2.	Antena .....	32
4.2.3.	Tags .....	33
4.3.	Descripción del Software .....	34
4.3.1.	Lenguaje de programación usado .....	34
4.3.2.	Estructura de la base de datos .....	34
4.3.3.	Sentencias SQL .....	34
4.3.4.	Información usada de los tags .....	37
4.4.	Diseño de la aplicación.....	38
5.	Manual de usuario.....	41
5.1.	Configuración.....	42
5.2.	Usuario .....	43
5.2.1.	Alta usuario .....	43
5.2.2.	Editar usuario .....	45
5.2.3.	Baja usuario.....	46
5.3.	Libro .....	47
5.3.1.	Alta libro .....	47
5.3.2.	Editar libro .....	49
5.3.3.	Baja libro.....	50
5.4.	Préstamo .....	51
5.4.1.	Préstamos .....	51
5.4.2.	Devolución .....	53
6.	Conclusiones y trabajos futuros .....	55
6.1.	Conclusiones .....	56
6.2.	Trabajos futuros.....	56
7.	Bibliografía y obras de referencia.....	58
8.	Glosario.....	61



---

# CAPÍTULO 1

## Introducción

---

## 1. Introducción

Dados los tiempos que corren, cualquier empresa pequeña, mediana o multinacional necesita llevar un control total o parcial de sus existencias como artículos de venta, repuestos, etc.

Para poder llevar este control podemos recurrir a muchos sistemas, uno de ellos y más importante utilizado en muchas empresas tanto por su bajo coste, efectividad, bajo margen de alteración y facilidad de uso, es la tecnología de identificación por radiofrecuencia o más conocida como RFID (*Radio Frequency Identification*).

La tecnología RFID podemos encontrarla utilizada en muchos ámbitos de nuestra vida cotidiana: control de stocks, verificación de datos, sustracción de objetos, control de mercancías, etc. Por esto mismo puede ser utilizada desde una pyme hasta en una multinacional, dado que su aplicación es una tarea muy fácil de realizar que nos puede llevar desde colocar una simple tarjeta adhesiva hasta colocar identificadores dentro de los propios artículos.

### 1.1. Motivación

Por circunstancias del destino, estuve trabajando como becaria de la biblioteca de la Universidad Carlos III durante dos años. Entre varias tareas que desempeñé durante esos dos años, me encontré con algunas que a mi criterio se podrían realizar con un tipo de tecnología que fuera más eficiente.

Las principales tareas que realicé fueron: registro de préstamos y devoluciones, organización de fondos e inventariado. Estas mismas tareas gracias a la tecnología RFID, ya usada en otros países, nos daría una ventaja a la hora de realizar estas mismas.

Después de comparar la tecnología usada en ese momento (lectura de código de barras mediante un lector láser conectado a un servidor de clientes) con la nueva referida hasta ahora (RFID), tenemos varias ventajas que a continuación cito:

- Reconocimiento instantáneo de la ficha del cliente con todos sus datos personales y préstamos realizados.
- Datos más precisos con el histórico de los préstamos realizados hasta el momento.
- Recopilación de los datos mencionados anteriormente en un soporte físico, el cual frente a la caída de un servidor con conexión externa, no se vería limitado como tal.
- Préstamo de varios materiales a la vez, no es necesario pasar el código de barras por cada uno de los libros.
- Préstamo o devolución de libros más intuitiva con tan solo un “click” o autogestionable.
- Inventarios más rápidos de desempeñar con equipos portátiles.
- Etc.

### 1.2. Objetivo

Desarrollar un sistema de control bibliotecario utilizando tecnología actual RFID para mejorar principalmente las tareas de préstamo, devolución, datos de usuario, datos de libros, etc. Y así poder trabajar con un programa más intuitivo y sostenible, desarrollado a medida con los datos de mayor interés para el bibliotecario.



Al optimizar estas tareas conseguimos una mayor rapidez y fluidez de datos entre el usuario de la biblioteca y las tareas principales del bibliotecario, incluso dotando de esta manera al usuario de un soporte físico el cual es más duradero y bastante más fiable que los actuales códigos de barras.

El proyecto está dividido en seis capítulos. En este primer capítulo se ha introducido la motivación que me ha llevado a elegir este proyecto, las ventajas de la elección de la tecnología RFID y el objetivo del mismo.

En el capítulo 2 se explican las distintas tecnologías de Identificación Automática y Captura de Datos, las cuales se encargan de la identificación automática de artículos y la recolección de datos acerca de ellos. Entre estas tecnologías destacan el código de barras, tarjetas de banda magnética, sistemas biométricos y RFID.

En el capítulo 3 se introduce la tecnología RFID, tanto sus características más relevantes como su funcionamiento. Se exponen algunas de las aplicaciones donde se usa y las ventajas e inconvenientes de esta tecnología frente al código de barras.

En el capítulo 4 se describe el proceso de implementación de la aplicación explicando los motivos que conducen a la decisión del material y hardware escogidos y del software utilizado.

En el capítulo 5 se explica el manual de usuario de la aplicación de la Biblioteca con las instrucciones necesarias para que el bibliotecario pueda utilizar el programa. Se detallan las funciones que puede desempeñar como alta/baja de usuarios/libros y préstamo/devolución, a través de los diferentes menús.

En el capítulo final se reflexiona sobre las conclusiones extraídas a lo largo de la realización del proyecto y se exponen propuestas de posibles ampliaciones o mejoras de éste.



---

## CAPÍTULO 2

### Sistemas de identificación automática

---



## 2. Sistemas de identificación automática

### 2.1. Introducción

Las llamadas tecnologías *AIDC* (*Automatic Identification and Data Capture*, Identificación Automática y Captura de Datos) se refieren a métodos de identificación de objetos, recolección de datos, e inserción de esos datos directamente en los sistemas automáticamente sin la intervención directa del hombre. Es una tecnología utilizada para ayudar a las máquinas a identificar objetos físicos como, por ejemplo, los productos que pasan por las diferentes etapas de una cadena de suministros extendida, así como para proporcionar información acerca de los mismos a través de la captura de datos automática. Estos datos deben digitalizarse para poderlos introducir en los sistemas informáticos. El objetivo de la mayoría de los sistemas de identificación automática consiste en reducir los errores de entrada de datos, y en consecuencia incrementar la confiabilidad y la eficiencia, acelerar el proceso de comunicación y liberar al personal para que puedan realizar funciones de mayor valor añadido. Se ha ganado en velocidad y precisión en la recolección de datos y su posterior tratamiento.

El uso de la captura automática de datos sigue creciendo en todo tipo de aplicaciones en todo el mundo. Hasta el momento, la tecnología dominante era el código de barras, y lo sigue siendo. En este capítulo hablaremos de estas tecnologías, como puede ser los códigos de barras, el reconocimiento óptico de caracteres (OCR), las tarjetas de banda magnética, las tarjetas inteligentes, las tarjetas ópticas, determinadas tecnologías biométricas (huella dactilar, reconocimiento de iris, reconocimiento facial, reconocimiento de voz), e identificación por radiofrecuencia (RFID).

### 2.2. Códigos de barras

El código de barras es la representación de una determinada información mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de diferente grosor y espaciado. Esta información puede ser leída por dispositivos ópticos, los cuales envían la información leída hacia una computadora como si la información se hubiera tecleado. El código de barras es uno de los sistemas de identificación automática (*AIDC*) más difundido que se tiene disponible, aplicado exitosamente a nivel mundial desde hace más de 30 años. Actualmente, está masivamente implantado de forma internacional hasta el punto de que prácticamente la totalidad de los productos de consumo lo incorporan. Esto se debe a su buen rendimiento en la captura de datos, su bajo coste y su universalidad. Además, su tasa de error de fallo es muy baja comparada con la lectura visual seguida de entrada manual por teclado; facilidad en su uso; y como ya hemos mencionado anteriormente dispositivos de bajo costo (lectores, etiquetas, etc.) y de fácil instalación.

Su uso es muy común en la producción y distribución de artículos a nivel industrial y comercial. Algunas de las ventajas que se pueden destacar es la agilidad en etiquetar precios, el rápido control del stock de mercancías y estadísticas comerciales, entre otras.

Existen diferentes simbologías (una simbología es la forma en que se codifica la información en las barras y espacios del símbolo de código de barras) para diferentes aplicaciones, cada una de ellas con diferentes características. Las principales características que definen una simbología de código de barras son las siguientes: numéricas o alfanuméricas; de longitud fija o de longitud variable; discretas o continuas; número de anchos de elementos y autoverificación.



Los códigos de barras se dividen en tres grandes grupos, los códigos de barras lineales (1D), los códigos de barras en dos dimensiones (2D) y los códigos de barras en tres dimensiones (3D).

Dentro de los de una dimensión el más destacable es el EAN (“*European Article Numbering Association*”) es un estándar internacional, creado en Europa y de aceptación mundial, muy utilizado en el comercio abierto para identificar los productos durante todo el proceso desde su fabricación hasta su entrega al cliente final. El *EAN-13* es la versión más difundida del sistema EAN y consta de un código de 13 dígitos: los dos primeros para el identificador del país, los cinco siguientes para el identificador de compañía, otros cinco para el número del artículo según productor y el último de chequeo.

Existen otros códigos de barras como el *UPC* (“*Universal Product Code*”), sistema de numeración y codificación de barras usado en EEUU y Canadá para la identificación de productos de artículos de consumo; el *ISBN* utilizado en revistas y libros; el *código 39* con formato alfanumérico usado con fines industriales para rastrear, inventariar e identificar; el código entrelazado 2 de 5 con formato numérico usado en aerolíneas; el *POSNET* usado solo para el Servicio Postal en Estados Unidos, codifica los códigos postales para un procesamiento más rápido de entrega en el correo, y en el cual a diferencia de otros sus barras varían en altura y no en anchura; o el *código 128* que puede almacenar hasta 128 caracteres ASCII; y también se puede mencionar el *Codabar* usado en bancos de sangre y bibliotecas.

Los códigos de barras bidimensionales almacenan los datos tanto a lo alto como a lo ancho del símbolo, en esta clasificación la información no solo se reduce a un código, su principal ventaja es que puede almacenar gran cantidad de información que puede ser leída de manera rápida y confiable sin necesidad de acceder a una base de datos en donde se almacene dicha información (el caso de los códigos de 1-D), a la vez que incrementa considerablemente la seguridad siendo casi invulnerables a un sabotaje.

Estos códigos son extremadamente densos, y parecidos a matrices o crucigramas. El más popular en 2-D es el *PDF417* usado para el control de documentos (por ejemplo la licencia de conducir donde se puede codificar su nombre, su fotografía, un resumen de sus registros como conductor, además de cualquier otro tipo de información), es un fichero de datos portátil. Otros códigos significativos son el *Maxicode*, *Datamatrix*, *código QR*.

El código de barras tridimensionales realmente es un código lineal (1D) que está en relieve en una superficie. El código es leído usando diferencias en la altura, en vez de en el contraste, para distinguir entre barras y espacios usando un lector especial. Este tipo de código puede ser usado donde las etiquetas no se adhieran al producto, o éstas puedan ser destruidas en un ambiente abrasivo. Pueden ser pintadas o barnizadas y todavía pueden ser leídas. Es un rasgo que caracteriza a este tipo de códigos de barras, haciendo imposible etiquetarlos mal.

Algunos ejemplos de códigos de barras en tres dimensiones son: *3DI*, *ArrayTag*, *AztecCode*, *Codablock*, *Code 1*, *Code 16k*, *DataGlyphs*.

La estructura del código de barras lineal se muestra en la Figura 2.1, dicha estructura corresponde al tipo lineal pero también es aplicable a códigos de dos dimensiones. El ancho de las barras y los espacios varían para cada simbología.



Figura 2.1: Estructura código de barras lineal

1. *Quietzone* → se llama así a la zona libre de impresión que rodea el código. Esta área es necesaria para una lectura conveniente del símbolo, y poder distinguir entre el código y el resto de la información contenida en la etiqueta del producto.
2. Caracteres de inicio y fin → son marcas predefinidas de barras y espacios específicos para cada simbología. Marca el inicio y final de un código, pudiendo o no ser iguales.
3. Caracteres de datos → contienen los números o letras particulares del símbolo.
4. Código detector de error (*'Checksum'*) → es una referencia incluida en el símbolo, cuyo valor es calculado de forma matemática, con información de otros caracteres del mismo código.

A continuación, mostraremos algunos de los diferentes códigos de barras más representativos, de los que se ha venido hablando a lo largo de esta sección.

#### CÓDIGOS DE BARRA LINEALES (1-D)



#### CÓDIGOS DE BARRA BIDIMENSIONALES (2-D)



#### CÓDIGOS DE BARRA TRIDIMENSIONALES (3-D)



Figura 2.2: Diferentes tipos de códigos de barras

Y por último hablaremos de los distintos tipos de lectores de códigos de barras. Un lector de códigos de barras usa un rayo de luz para escanear de un extremo a otro el código. La dirección de escaneo, en general, es irrelevante. Sin embargo, durante el escaneo, el rayo de luz no puede ser retirado de la zona en cuestión. Los lectores miden la intensidad de la luz reflejada por las regiones negras y blancas de su código de barras. Un dispositivo electrónico traduce ese patrón en un corriente eléctrica y posteriormente se decodifica generando una señal digital pura de las barras y espacios. Estos datos se representan con caracteres ASCII. Los cuatro principales tipos de lectores son:

- Lápiz óptico. – Debe ser deslizado haciendo contacto a lo ancho del código. Envía una señal digital pura de las barras y espacios a una frecuencia igual a la velocidad con que se desliza el lápiz.
- Láser de pistola. - Realiza un barrido mediante una luz láser y que genera una señal similar a la del lápiz óptico, pero a una mayor frecuencia. Esta señal es conocida como HHLC (Hand Held Laser Compatible).
- CCD (Dispositivo de Carga Acoplada). - Mediante un arreglo de fotodiodos toma una 'foto' del símbolo de código de barras y la traduce a una señal, que puede ser similar a la enviada por el láser (HHLC) o a la del lápiz óptico.
- Láser omnidireccional. - Es un lector que envía un patrón de rayos láser y que permite leer un símbolo de código de barras sin importar la orientación del mismo.

## 2.3. Sistemas de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR)

La tecnología OCR (*Optical Character Recognition*) es una tecnología que permite transformar el contenido de una imagen en texto plano, convierte imágenes de caracteres en caracteres capaces de ser interpretados o reconocidos por una computadora (por ejemplo código ASCII). Normalmente, el contenido de una imagen que suele transformarse es aquel asociado a cadenas de texto, si bien algunas aplicaciones para OCR permiten transformar aparte de símbolos alfanuméricos otro tipo de objetos gráficos contenidos en una imagen, como pueden ser, por ejemplo, códigos de barras.

Esta tecnología tiene especial aplicabilidad en sistemas informáticos de gestión documental, como puede intuirse. Muchas aplicaciones de gestión documental suelen manejar documentos escritos, almacenados en archivos con diversos formatos de imagen (pdf, jpg, tiff, etc). Esto es debido fundamentalmente a que la base documental de este tipo de aplicaciones suele obtenerse tras realizar un proceso de digitalización (escaneo, etc) de los documentos impresos en papel, a fin de poder ser manejados por dicha aplicación. Los sistemas avanzados de OCR pueden leer textos en una gran variedad de fuentes, pero siguen teniendo dificultad con el texto escrito a mano.

El uso de aplicaciones OCR permite extraer el contenido textual de documentos contenidos en formato de imagen, a fin de realizar diversas funciones de gestión documental, tales como:

- Búsqueda de documentos con cierta información.
- Extracción de la información concreta de un documento.
- Pasar de un documento escrito contenido en un archivo de imagen, a un archivo con formato de texto plano.

Otra aplicación interesante es la identificación de matrículas de vehículos, en donde se trabaja en diversas condiciones de adquisición: diferentes ángulos, iluminación variable y escenas complejas (fondo no uniforme), con tasas de reconocimiento positivo cercanas al 90%.

La lectura de la información se produce por contacto o a distancia, el haz de luz puede ser visible o no (infrarrojo), estático o móvil, la fuente de luz puede ser policromática (incandescente) o coherente; como un láser, de estado sólido (diodos fotoemisores LED) o gaseoso (helio-neón). Estos sistemas están siendo desplazados por el código de barras para su uso comercial.

## 2.4. Tecnologías de tarjeta

### 2.4.1. Tarjetas de banda magnética

La tarjeta con banda magnética convencional se desarrolló en la década de los 60, posteriormente en la década de los 70 su uso se masificó y se extendió a nivel mundial, y es quizás uno de los sistemas de identificación más difundidos en la actualidad, principalmente por el uso de las tarjetas de crédito, tarjetas de identificación, tarjetas para el pago y control de servicios múltiples (autopistas, transportes, etc.).

La información se graba sobre segmentos de cinta magnética similar a la empleada en la elaboración de casetes musicales, la banda está compuesta por partículas ferromagnéticas embebidas en una matriz de resina (generalmente epoxi) y que almacenan cierta cantidad de información mediante una codificación determinada que polariza dichas partículas. Esa banda está sujeta por una capa plástica, los soportes más habituales son papel plastificado y plásticos como PET o PVC. Por ejemplo, en las tarjetas de crédito, el recubrimiento magnético es aplicado directamente sobre la tarjeta portadora. Cuando la cinta magnética pasa por el lector, la información es interpretada y procesada -esto es lo que ocurre cuando se paga en algún establecimiento con una tarjeta de crédito y de forma inmediata- se imprime el pagaré correspondiente a la transacción comercial realizada. La banda magnética es grabada o leída mediante contacto físico pasándola a través de una cabeza lectora/escritora gracias al fenómeno de la inducción magnética.

Estas tarjetas contrastan con la nueva generación de tarjetas inteligentes que contienen un chip con contactos metálicos, o tarjetas sin contacto que usan un campo magnético o radiofrecuencia (RFID) para la lectura a una distancia media.

Los datos codificados en las cintas magnéticas son susceptibles de ser alterados de manera accidental por campos magnéticos, por lo tanto, es necesario hablar del término “coercitividad”, que mide la fuerza que ha de tener un campo magnético para alterar los datos almacenados, y se mide en Oersteds (Oe). Existen dos variedades de bandas en función de su coercitividad: LoC (“Low Coercivity”) y HiC (“High Coercivity”). La primera con 300 Oe y la segunda con valores entre 2750 y 4000 Oe.

Las bandas con LoC son de color marrón y se utiliza óxido de hierro para su fabricación, requieren una cantidad menor de energía magnética para ser grabadas, y por lo tanto los equipos con capacidad de escribir sobre ellas son más baratos que los capaces de grabar en bandas con HiC.

Las bandas con HiC son de color negro, están hechas con ferrita de bario, son más difíciles de borrar, y además son apropiadas para tarjetas que van a ser usadas frecuentemente o que necesiten una larga vida debido a que son más resistentes a los daños en entornos agresivos, con alta radiación o campos magnéticos. Por todo esto, prácticamente todas las tarjetas bancarias usan tarjetas con bandas de alta coercitividad a pesar de que su coste por unidad es ligeramente superior.

### 2.4.2. Tarjetas con circuito integrado

Una tarjeta inteligente o smartcard es una tarjeta de plástico, similar a una tarjeta de banda magnética, en la que se coloca un pequeño circuito integrado llamado chip. Este es un microprocesador que puede transmitir, almacenar y procesar la información. La transferencia de datos puede llevarse a cabo a través de los contactos (bañados en oro para que la tarjeta sea resistente a un uso habitual en cualquier tipo de entorno: alta humedad, ambientes químicos, etc), que se encuentran en la superficie de la tarjeta, o sin contactos por medio de campos electromagnéticos.

Las tarjetas inteligentes ofrecen una serie de ventajas adicionales con respecto a las tarjetas de banda magnética, su capacidad de memoria es mayor, pueden almacenar mucha más información evitando que la mayoría de los datos personales y de las operaciones de las tarjetas tengan que ser almacenadas en un servidor central; una misma tarjeta puede alojar múltiples aplicaciones, esto se traduce en beneficios adicionales para los titulares y las entidades emisoras; y una mayor seguridad proporcionada por la posibilidad de aplicación de técnicas criptográficas evitando así el fraude.

El origen de la tarjeta inteligente se encuentra en Europa a comienzos de los años 70, dicha tarjeta es similar a las bancarias o a las de crédito, pero capaz de incorporar un dispositivo programable. A finales de los 80 se dispone ya de chips suficientemente pequeños para poder ser efectivamente integrados en las tarjetas, pero con unas capacidades de memoria aún muy reducidas. El primer uso masivo de las tarjetas fue para el pago telefónico público en Francia en 1983. El mayor auge de las tarjetas inteligentes en Europa llega en la década de los noventa, cuando la tecnología inicia su despegue, con la introducción de las tarjetas SIM utilizadas en la telefonía móvil GSM (*'Global System for Mobile'*).

Uno de los usos o aplicaciones más extendidos de las tarjetas inteligentes es la autenticación del portador de la misma, por ejemplo, al acceder a unas dependencias corporativas, al realizar un pago electrónico o al identificarse con un pasaporte o DNI electrónico. Para ello, basta con poseer la tarjeta y conocer una clave (un PIN, por ejemplo). En una sola tarjeta pueden almacenarse registros médicos, registros de seguros, certificados digitales (*publics keys*), vales para pagos por visión (*pay - per - view*), datos fotográficos, dinero electrónico, etc.

#### **Tipos de tarjetas según la interfaz**

Existen dos tipos de tarjetas según la interfaz: tarjetas inteligentes de contacto y tarjetas inteligentes sin contacto.

##### **❖ Tarjeta inteligente de contacto**

Estas tarjetas son las que necesitan ser insertadas en una terminal con lector inteligente para que por medio de contactos pueda ser leída. Los contactos exteriores que posee el chip permiten la comunicación, posibilitando la lectura o grabación de datos a través del interfaz bidireccional (puerto I/O). Estas tarjetas no contienen baterías, la energía es suministrada por los lectores de tarjetas.



Dentro de este tipo de tarjetas, existe otra clasificación según **las capacidades de su chip**, **las tarjetas más habituales son:**

- ✓ **Tarjetas de memoria:** tarjetas que únicamente son un contenedor de ficheros pero que no albergan aplicaciones ejecutables, por ejemplo, MIFARE. Las tarjetas de memoria al ser grabables en su totalidad no garantizan la identificación con absoluta seguridad, por lo que se ha de recurrir a sistemas de encriptación propios de la aplicación con la que dicha tarjeta ha de operar. Se usan generalmente en aplicaciones de identificación y control de acceso sin altos requisitos de seguridad.
- ✓ **Tarjetas con microprocesador:** tarjetas con una estructura análoga a la de un ordenador (procesador, memoria volátil, memoria persistente), éstas albergan ficheros y aplicaciones. Suelen usarse para pago con monederos electrónico (tarjetas monedero, tarjetas de telefonía, etc.) y de identificación de alta seguridad. Su gran uso en la banca ha permitido una rebaja constante en su precio. Normalmente no permiten almacenar mucha información, ya que su uso requiere generalmente poca cantidad de datos. Éstas disponen de una zona de memoria "protegida", solo accesible por el fabricante, garantizando una identificación única a nivel universal.

Internamente, el chip de una tarjeta inteligente con microprocesador se compone de:

- **CPU (Central Processing Unit):** el procesador de la tarjeta; suelen ser de 8 bits, a 5 MHz. y 5 voltios. Pueden tener opcionalmente módulos hardware para operaciones criptográficas.
  - **ROM (Read-Only Memory):** memoria interna (normalmente entre 12 y 30 KB) en la que se incrusta el sistema operativo de la tarjeta, las rutinas del protocolo de comunicaciones y los algoritmos de seguridad de alto nivel por software. Esta memoria, como su nombre indica, no se puede reescribir y se inicializa durante el proceso de fabricación.
  - **EEPROM:** memoria de almacenamiento (equivalente al disco duro en un ordenador personal) en el que está grabado el sistema de ficheros, los datos usados por las aplicaciones, claves de seguridad y las propias aplicaciones que se ejecutan en la tarjeta. El acceso a esta memoria está protegido a distintos niveles por el sistema operativo de la tarjeta.
  - **RAM (Random Access Memory):** memoria volátil de trabajo del procesador.
  - **Puerto de Entrada/Salida:** puede consistir en un simple registro, a través del cual la información se transmite bit a bit.
- 
- ✓ **Criptográficas:** tarjetas con microprocesador avanzadas en las que hay módulos hardware para la ejecución de algoritmos usados en cifrados y firmas digitales. En estas tarjetas se puede almacenar de forma segura un certificado digital (y su clave privada) y firmar documentos o autenticarse con la tarjeta sin que el certificado salga de la tarjeta (sin que se instale en el almacén de certificados de un navegador web, por ejemplo) ya que es el procesador de la propia tarjeta el que realiza la firma. Un ejemplo de estas tarjetas son las emitidas por la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre (FNMT) española para la firma digital.



### ❖ Tarjeta inteligente sin contacto

El segundo tipo es la tarjeta inteligente sin contacto, son similares a las de contacto con respecto a lo que pueden hacer y a sus funciones pero utilizan diferentes protocolos de transmisión, no utiliza contacto galvánico sino mediante inducción, puede ser de media distancia sin necesidad de ser introducida en una terminal de lector inteligente.

Una de las ventajas que esta tarjeta tiene es que como no existen contactos externos con la tarjeta, ésta es más resistente a los elementos externos tales como la mugre y sufre menos desgaste (mayor durabilidad).

Un ejemplo del amplio uso de tarjetas inteligentes sin contacto es la tarjeta Octopus en Hong Kong (tarjeta monedero recargable para pago electrónico, principalmente usada en el transporte público), con cerca de 20 millones de tarjetas en circulación (cerca del triple de la población de Hong Kong) y cerca de 11 millones de transacciones diarias.

### ❖ Tarjetas híbridas y duales

Una tarjeta híbrida comienza con una tarjeta sin contacto (*contactless*) a la cual se le agrega un segundo chip de contacto. Ambos chips pueden ser o chips microprocesadores o simples chips de memoria. El chip sin contacto es generalmente usado en aplicaciones que requieren transacciones rápidas, por ejemplo, el transporte, mientras que el chip de contacto es generalmente utilizado en aplicaciones que requieren de alta seguridad como las bancarias.

Una tarjeta de interfaz dual es similar a la tarjeta híbrida en que la tarjeta presenta ambas interfaces con y sin contacto. La diferencia más importante es el hecho de que la tarjeta de interface dual tiene solamente un solo circuito integrado. Un ejemplo es la tarjeta de identificación llamada MyKad en Malasia, que usa un chip Proton de contacto y un chip sin contacto MIFARE.

En la actualidad las tarjetas inteligentes están resultando muy utilizadas en los siguientes servicios:

- **Control de acceso y de presencia:** Limitan y controlan el acceso a áreas restringidas, edificios, oficinas, clubes, administración, ordenadores.
- **Pagos electrónicos:** Ofrece una solución ideal para aplicaciones de tarjeta monedero, tarjetas telefónicas, tarjetas de pago de TV, máquinas expendedoras, clubes de clientes, compras electrónicas. Si bien la tendencia es de crecimiento en cuanto a su uso no se cree que desplace totalmente a la tarjeta de crédito convencional sino que la complementa.
- **Transportes:** Medio de pago seguro y fácil de utilizar para transportes públicos, billetes de aviones, parquímetros, peajes de autopistas.
- **Identificación y seguridad en informática:** Control de acceso a ordenadores, terminales, redes, aplicaciones de software, bases de datos, directorios, ficheros confidenciales, identificación nacional, local, militar.





- **Sanidad:** Almacenamiento de los datos del paciente, incluyendo su historial médico o información relativa a enfermedades crónicas o alérgicas, para que los profesionales sanitarios puedan utilizarlos.
- **Procesos industriales:** Control de accesos en procesos de producción, medición de tiempos, seguridad industrial.

Desde el éxito de las tarjetas de teléfonos de prepago en Europa, las aplicaciones de estas tarjetas inteligentes se han multiplicado.

### 2.4.3. Tarjetas ópticas

Una tarjeta de memoria óptica es una tarjeta de almacenamiento de datos segura y duradera la cual es leída usando luz proveniente de un láser. Aunque la misma no es más grande que una tarjeta de crédito, una tarjeta de memoria óptica tiene una capacidad de almacenamiento de información del tamaño de un libro. La capacidad total es alrededor de 4 megabytes, lo cual resulta en una capacidad de 2.8 megabytes para el usuario. Esta capacidad es suficiente para almacenar archivos digitales con miles de páginas de texto o hasta 200 páginas escaneadas.

Estas tarjetas ópticas también conocidas como "escriba una vez, lea muchas veces" (WORM), aseguran que los archivos y datos almacenados en la memoria de la tarjeta están seguros y a salvo de ser violados o borrados o accidentalmente perdidos. Se pueden agregar archivos a las tarjetas o actualizarse pero no borrarse, de la misma manera en que se graba un CD (disco compacto). Cuando se agregan o actualizan archivos, un récord permanente de todos los accesos y cambios efectuados se graba automáticamente en el medio óptico. Y como el mismo es óptico, no es afectado por campos magnéticos o electrostáticos y puede soportar temperaturas de hasta 212°F (100°C).

Las tarjetas de memoria óptica son la solución ideal para aquellas aplicaciones que requieren almacenamiento y transporte de datos fuera de línea en un dispositivo de bajo costo, seguro y durable. Las tarjetas de memoria óptica pueden incluir impresión térmica de color, banda magnética, un chip de IC y formatos customizados de seguridad. Estos rasgos hacen también que la tarjeta de memoria óptica sea una tarjeta de identificación de alta seguridad. Su aplicación se da en historiales médicos (sobre todo en grupos concretos, como enfermos crónicos o mujeres embarazadas), tarjetas de acceso, tarjetas de débito, o como carné de identidad en países como Italia.

## 2.5. Sistemas biométricos

La biometría es la ciencia que se dedica a la identificación y autenticación de individuos a partir de características fisiológicas o de un rasgo de su comportamiento. Principalmente existen dos tipos de biometría: la *biometría estática* para referirnos al estudio del conjunto de características fisiológicas (huella digital, iris, retina, reconocimiento facial, geometría de la mano) y la biometría dinámica para el conjunto de características del comportamiento (escritura manuscrita, voz, dinámica de teclado).

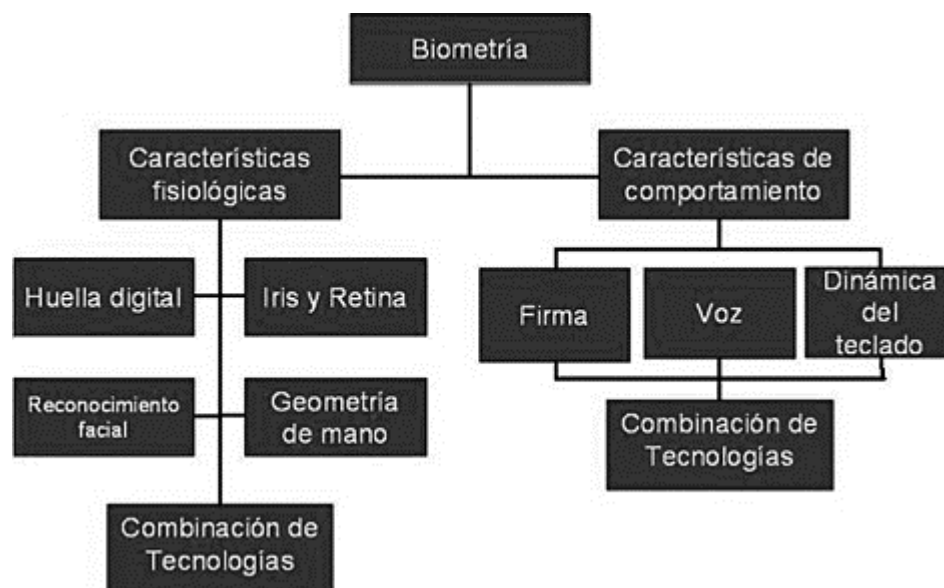


Figura 2.3: Sistemas biométricos

Actualmente la biometría se presenta en un sin número de aplicaciones, demostrando ser el mejor método de identificación humana. Se usa en aplicaciones desde sólo identificación de identidad hasta control de accesos a edificios públicos, cajeros, laboratorios de investigación o como clave secreta para el uso de un ordenador. Incluso en sistemas de seguridad para restringir el acceso a instalaciones militares, laboratorios de investigación y otras áreas de alta seguridad. Así como autenticación remota por teléfono, especialmente para bancos y otras firmas financieras para evitar el robo de identidad.

## 2.6. Tecnología RFID

La tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) es un método de identificación automática sin contacto; es la tecnología más nueva y de más rápido crecimiento en el segmento de identificación automática en la industria. RFID permite identificación automática, localización y monitoreo de personas, objetos y animales en una infinidad de aplicaciones que van desde simple inventario hasta sistemas complejos de casetas de cobro en carreteras.

La tecnología RFID ha revolucionado la industria de la identificación automática ofreciendo avances significativos en comparación con sistemas tradicionales como código de barras, tarjetas de banda magnéticas y chips de contacto o proximidad.

Los sistemas RFID están compuestos por un *transponder* o *tag* que identifica al objeto, un *transceiver* o lector y una antena o bobina. De la manera más simple, un sistema RFID integra un número de identificación único en un pequeño microchip ("tag"), y éste va a ser colocado en el objeto a ser identificado. El *tag* se activa sólo cuando hay una señal de radio en una frecuencia específica mandada por un lector o transmisor ("transceiver"). Cuando el *tag* es activado, inmediatamente responde mandando de regreso una señal de radio modificada que contiene el número de identificación de ese *tag*. El lector o transmisor ejerce como radio transmisor y radio receptor. Cuando el microchip responde a la señal y manda su número de identificación, el lector puede automáticamente mandar la señal a una computadora para su procesamiento. Este sistema tiene la ventaja sobre otros sistemas de identificación automática que no requiere línea de visión directa o contacto físico del lector con el *tag* para ser leído.



Aunque en la tecnología RFID los *tags*, antenas y lectores son el corazón del sistema, casi siempre son una parte muy pequeña de toda la solución. Los sistemas RFID generalmente incluyen computadoras, software, redes y sistemas de comunicación además de los lectores y los microchips.

En el capítulo 3 analizamos más detalladamente los principios y principales características de los sistemas RFID.



---

## CAPÍTULO 3

### Tecnología RFID

---

### 3. Tecnología RFID

#### 3.1. Introducción

RFID son las siglas en inglés de *Radio Frequency IDentification*, y es una tecnología de identificación automática y de captura de datos, similar en cuanto a su aplicación, a la de la identificación por código de barras, pero que utiliza ondas electromagnéticas o electrostáticas para la transmisión de la señal que contiene la información en lugar de una señal óptica.

Se desarrolló primero en 1940 para la identificación de barcos y aviones aliados y enemigos durante la Segunda Guerra Mundial, combinando la propagación de señales electromagnéticas con las técnicas de radar. Hoy, su ámbito de aplicación se ha extendido a otros más mercantiles. Después, evolucionó para su uso en la industria ferroviaria para el seguimiento de los coches del ferrocarril, en la industria automotriz para los procesos de automatización y seguimiento, en el sector agrícola y el de administración de flora y fauna, para rastrear al ganado y a los animales y en mercado minorista como dispositivo antirrobo. Las primeras aplicaciones comerciales de RFID aparecieron a finales de la década de los 60, en la que varias compañías desarrollaron métodos para evitar el robo de artículos en las tiendas (*EAS/Electronic Article Surveillance*) mediante etiquetas que almacenaban solo 1 bit. La simple presencia o ausencia de la misma era suficiente para detectar la señal al pasar por un arco detector situado en la puerta.

#### 3.2. Funcionamiento y componentes de un sistema RFID

En esta sección se describirán los dispositivos implicados en todo sistema de RFID. Está formado por dos componentes principalmente: las etiquetas o *transponders* de RFID y el lector o *transceiver* de RFID.

- **Etiqueta** (RFID *tag* o *transponder*) situado en el objeto a identificar, que incorpora una antena y un microchip con memoria que puede ser leído a distancia, a través del aire, sin necesitar línea de visión directa.
- El **lector y antena**: El lector (*transceiver*) consta de un módulo de radiofrecuencia y una lógica de control (decodificador), mientras que la antena es la unidad que transmite o induce (y recibe) una señal radioelectromagnética o electroestática que activa las etiquetas que se hallen en su campo de lectura, provocando que ésta refleje su información en el lector, en menos de 100ms.

Ambos elementos pueden estar separados o integrados en el mismo equipo, y se comunican con el servidor que procesará los datos recibidos. Además, puede poseer un interfaz adicional (RS232, RS485) para comunicarlo con otro sistema como pueda ser un PC.

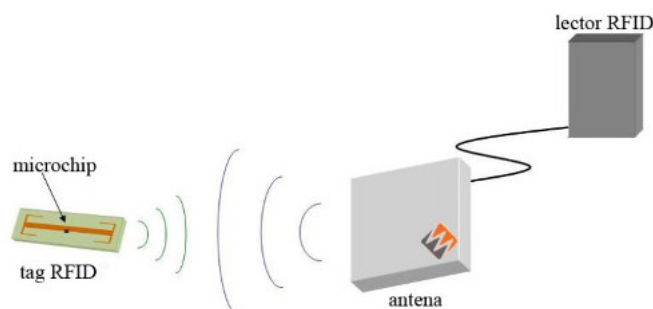


Figura 3.1: Esquema de un sistema RFID

### 3.2.1. Transponders o Etiquetas

Hay numerosos tipos de *transponders* o *tags*, de multitud de formas y tipos, en una amplia gama de estilos y de materiales, diseñados para aplicaciones específicas, los cuales están formados por la antena, el microchip con memoria y el encapsulamiento (PVC, epóxico, etiqueta, ...).

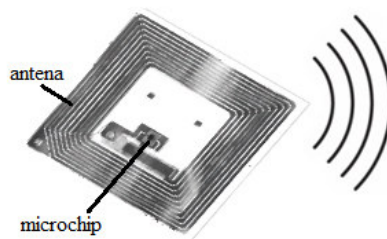


Figura 3.2: Etiqueta RFID o tag

La memoria de estos *tags* se puede configurar de diversas maneras:

*RO (read only)* sólo permite la lectura de la información, contiene un código de identificación único pregrabado e inalterable que no es posible modificar escrito durante el proceso de fabricación de las etiquetas. La capacidad de la memoria ROM no supera los 128 bits.

*WORM (write once read many)* permite al usuario escribir la información cuando le conviene una sola vez, y posteriormente puede ser leída cuantas veces se quiera pero no puede ser modificada ni borrada.

*RW (read-write)* la información puede ser escrita y reescrita muchas veces, permite múltiples lecturas, el usuario con la ayuda de un lector/grabador puede almacenar datos en la memoria. Es útil en aplicaciones donde se requiera información variable, por ejemplo en una cadena de montaje de automóviles, donde la etiqueta cuenta con un código que se va actualizando cada vez que se realiza alguna operación para identificar el estado actual del vehículo en la cadena. La memoria EEPROM tiene mayor capacidad, de 512 bits hasta 1MB.

El funcionamiento de la transmisión de datos de la identificación por frecuencia de radio es básicamente la misma independientemente del tipo de etiqueta. Cuando se activan las etiquetas de identificación por frecuencia de radio, las mismas emiten una señal varios cientos de veces por segundo. Cuando se encuentran dentro del rango de un lector de RFID, el sistema central recibe la información de la etiqueta. El sistema central filtra entonces las múltiples señales y comienza a procesar la información. Con los lectores estratégicamente ubicados en todo el centro de almacenamiento o distribución, es posible seguir la etiqueta y a su respectivo producto o artículo a lo largo de su recorrido en la cadena suministro, por ejemplo.

#### 3.2.1.1. Fuente de energía

Las etiquetas RFID pueden ser clasificadas en diferentes formas, una posible clasificación es atendiendo a si el *tag* o *transponder* tiene o no fuente de alimentación.

- **TRANSPONDERS PASIVOS.-** Las etiquetas RFID pasivas no tienen fuente de alimentación propia y se alimentan de la señal generada por el lector RFID por inducción a través de la misma bobina que utilizan como antena. El lector interroga a todos aquellos *tags* que se encuentren dentro de su rango de alcance, suministrando la suficiente energía para que estos puedan responder. La etiqueta portadora transmite su número de identificación, así como la información adicional que tiene almacenada en su memoria. Como las etiquetas pasivas son mucho más baratas de fabricar y no necesitan batería, la gran mayoría de las etiquetas RFID existentes son del tipo pasivo, ya que se reducen costos y problemas de mantenimiento. Los *tags* pasivos, más pequeños que los activos, a menudo se encapsulan en materiales como plástico o papel adherente para ser usados a modo de pegatinas, dependiendo de la aplicación a la que estén destinados.
- **TRANSPONDERS ACTIVOS.-** Las etiquetas RFID activas deben tener una fuente de alimentación externa (batería), y pueden tener rangos mayores y memorias más grandes que las etiquetas pasivas, así como la capacidad de poder almacenar información adicional enviada por el transmisor-receptor. Sus principales ventajas son su largo alcance, su mejor inmunidad al ruido, y ratios de transmisión de datos más elevados. Pero presentan las desventajas de la dependencia de la batería (al llevarla incorporada suelen ser de gran tamaño), de su complejidad y de su elevado coste. Actualmente, las etiquetas activas más pequeñas tienen un tamaño aproximado de una moneda, y muchas etiquetas activas tienen rangos prácticos de diez metros, y una duración de batería de hasta varios años, frente a los 30 años que puede durar una etiqueta pasiva.
- **TRANSPONDERS SEMIPASIVOS.-** Las etiquetas RFID semipasivas son muy similares a las pasivas, salvo que incorporan además una pequeña batería. Esta batería permite al circuito integrado de la etiqueta estar constantemente alimentado. Además, elimina la necesidad de diseñar una antena para recoger potencia de una señal entrante. Las etiquetas RFID semipasivas responden más rápidamente, por lo que son más fuertes en el ratio de lectura comparadas con las etiquetas pasivas. Como ventaja sobre las etiquetas activas, se puede citar su precio más bajo y tamaño más pequeño, y su larga vida.
- **TRANSPONDERS SEMIACTIVOS.-** Las etiquetas RFID semiactivas se activan tan sólo cuando se programan para enviar una señal, o a intervalos establecidos previamente, o bien para reaccionar a un evento concreto. Contienen su propia fuente de alimentación, y ésta se enciende a través de un *transponder* pasivo, el cual recibe la energía necesaria a través de la interrogación de un lector.

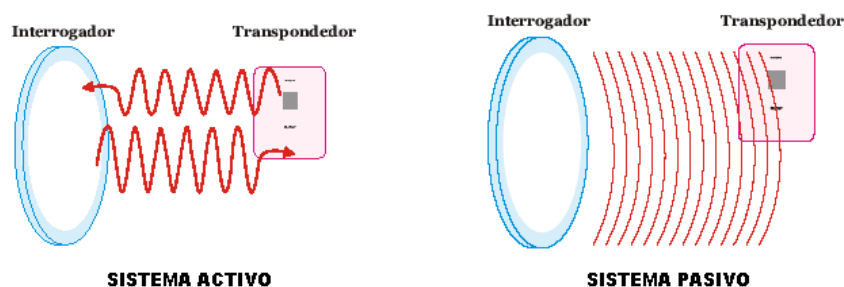


Figura 3.3: Distintos sistemas RFID



### 3.2.1.2. Comunicación

Los *tags* también pueden clasificarse atendiendo a como se comunican, en:

- **TRANSPONDERS INDUCTIVOS.-** este tipo de *tag* es alimentado por un campo magnético generado por el lector. La antena del *tag* capta la energía magnética y permite que se comuniquen con el lector, donde se modula el campo magnético para recuperar y transmitir los datos de vuelta al lector. Este tipo está compuesto por:
  1. Microprocesador de silicio, cuyo tamaño depende de su aplicación.
  2. Bobina o antena de metal, a través de la cual el *tag* transmite señales al lector. Su tamaño determina el alcance.
  3. Material encapsulado, como cristal o material polímero que envuelve al chip y la antena.
- **TRANSPONDER CAPACITIVOS.-** en este caso los *tags* están formados por los siguientes componentes:
  1. Microprocesador de silicio
  2. Tinta de carbono conductivo, que actúa como antena del *tag*
  3. Papel en la que incrusta el chip y la tinta de carbono

La principal ventaja de este segundo tipo es su reducido precio al prescindir de la bobina de silicio. Aunque en contrapartida su rango es mucho menor que en los *tags* inductivos.

### 3.2.1.3. Frecuencia de trabajo

Las etiquetas se clasifican dentro de cuatro gamas de frecuencia: frecuencia baja (entre 125 y 134,2 kHz), intermedia (13,56 MHz), alta (868 a 956 MHz) y de microondas (2,45 GHz). Estas etiquetas necesitan programarse, si no vienen ya de fábrica, para lo que existe un dispositivo de usuario especial, que puede ser el propio lector.

Los sistemas RFID se diferencian por sus frecuencias de operación, lo que determina su rendimiento o tasa de transferencia de datos. La antena del lector emite ondas de radio con un rango de alcance desde 2 cm hasta 30 metros o más, dependiendo de su frecuencia y de la potencia.

- **Baja frecuencia (LF 125 KHz).**- Los sistemas tienen un alcance limitado, se usan básicamente en aplicaciones que precisan de una distancia de lectura corta (pocos centímetros), y los costes de puesta en marcha son bajos. Esta frecuencia está menos influida por la presencia de líquidos. Sus aplicaciones son: control de accesos, identificación de animales, objetos (inventarios), etc.
- **Alta frecuencia (HF 13,56 MHz).**- El rango de lectura es de unos cuantos centímetros y es influida por la presencia de metales. Esta frecuencia es utilizada en hospitales (identificación de pacientes), control de accesos, EAS, bibliotecas, documentos, trazabilidad, animales, etc.
- **Frecuencia ultraelevada (UHF 860-960 MHz).**- Esta frecuencia permite identificar gran número de etiquetas en el campo de lectura al mismo tiempo y a gran distancia. Está influida por la presencia de metales y líquidos. Las principales aplicaciones son: control de activos, control de accesos, gestión de inventario, parkings, industria farmacéutica, exposiciones, tracking de contenedores y pallets, trazabilidad de ítems, etc.





- **Microwave (MW 2.45 GHZ).**- En esta frecuencia se utilizan etiquetas activas, que permiten una gran distancia de lectura y alta velocidad de transferencia de datos. Ofrece mayor rendimiento, es decir, un mayor alcance y velocidad de lectura hasta de 2 Mbit/s, pero a consecuencia de mayores costos en los *tags* (activos) y de necesitar de una línea de visión directa, sus aplicaciones típicas son en los sistemas automáticos de peaje o telepeaje en autopistas, sin que el vehículo se tenga que detener, simplemente hace falta que reduzca su velocidad.

### 3.2.2. Lector o “Transceiver”

Es el dispositivo encargado de, mediante una o varias antenas, generar el campo RF necesario activando y/o alimentando al *transponder* y establecer el enlace radio con los *tags* que se presenten en su campo de lectura, de forma que los datos recogidos de estos elementos puedan quedar disponibles para su posterior procesamiento.

Está formado por los siguientes componentes:

- **Transmisor.**- Transmite la potencia y el ciclo del reloj a través de la antena a los *tags* que hay en su zona de lectura. Envía la señal y recibe la respuesta del *tag* a través de la antena.
- **Receptor.**- Recibe la señal analógica del *tag* a través de la antena y la envía al microprocesador.
- **Microprocesador.**- Codifica y decodifica los datos enviados y recibidos del *tag*.
- **Memoria.**- se utiliza para almacenar datos: tales como los parámetros de configuración del lector y una lista de las etiquetas leídas.
- **Selector de antena.**- Dependiendo de la aplicación, usaremos una o dos antenas.
- **Interfaz de comunicación.**- proporciona las instrucciones de comunicación al lector que le permiten interactuar con entidades externas como por ejemplo un ordenador funcionando como *host*, a través de un controlador, para transferir sus datos almacenados y aceptar comandos y enviar de vuelta las respuestas correspondientes.
- **Canales de entrada y salida.**- Para el control de elementos auxiliares, como sensores de presencia o semáforos para control de accesos por ejemplo.
- **Fuente de alimentación.**- El subsistema de fuente de alimentación genera todas las tensiones internas necesarias para el funcionamiento del equipo a partir de la fuente externa.

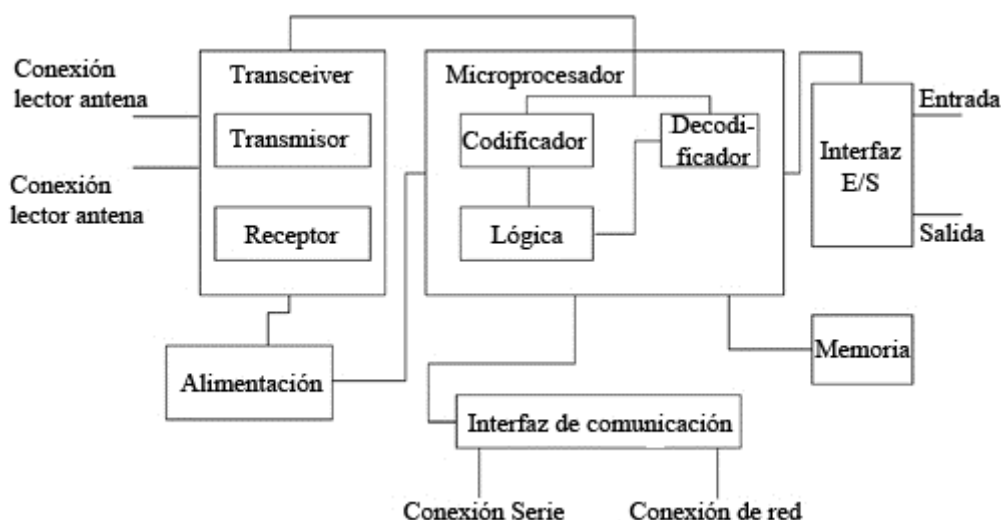


Figura 3.4: Componentes de un lector RFID

### 3.2.3. Antena

Es el transductor encargado de generar una disposición de campo electromagnético que permita el envío y recepción de información mediante señales de radio entre el lector y los *tags* presentes en la zona de lectura. Su función es absorber las ondas de radio para luego enviarlas al lector, la antena capta la señal de RF emitida por el *tag*, de modo que el lector reciba a su vez el nivel necesario de señal para la demodulación.

Por tanto podemos decir que la antena es el dispositivo que controla la adquisición de datos y la comunicación del sistema.

En función de la aplicación habrá que tener en cuenta el tamaño y posición de la antena o antenas así como de su geometría y el material de que esté compuesta. Estos factores determinarán las características del campo electromagnético generado en cada punto del espacio y la forma en que se comporta la antena frente a la señal enviada por el lector. También habrá que tener en cuenta parámetros como la temperatura o humedad relativa (el caso de variaciones extremas) que pueden influir en el funcionamiento del conjunto.

## 3.3. Beneficios de la tecnología RFID

La tecnología RFID es más rápida y precisa que otras tecnologías de identificación, ofrece mayor velocidad de identificación y capacidad de almacenamiento de datos, además de una mayor precisión y seguridad en la recogida de los mismos. A continuación vamos a exponer algunas de las principales características que hacen de esta tecnología una plataforma de intercambio de datos ideal para los sectores de sanidad, farmacia, manufactura, almacenaje, logística y minoristas, por las siguientes razones:

- No necesita línea de visión directa.- Los *tags* RFID no necesitan ser visibles por el lector para poder ser leídos o escritos. Permite almacenar datos sin tener contacto directo con las etiquetas.
- Identificación simultánea (anticolisión).- Lectura simultánea de múltiples etiquetas que se encuentren dentro del campo de radiofrecuencia. Los sistemas RFID tienen capacidad para capturar datos y escribir en múltiples etiquetas dentro del rango de alcance de la antena reduciendo así el error humano.



- Seguridad.- Los *tags* son más difíciles de falsificar que otras tecnologías. Tiene un único número identificador para identificar unívocamente los productos y evitar duplicidades. Además facilita la ocultación y colocación de las etiquetas en los productos (en el caso de las etiquetas pasivas) para evitar su visibilidad en caso de intento de robo y/o manipulación.
- Velocidad de lectura. - Los *tags* pueden leerse desde grandes distancias.
- Gran volumen de almacenamiento de datos.- Gran capacidad de almacenamiento de información en cada una de las etiquetas que se pueden identificar y gestionar de forma individual.
- Programables.- Posibilita la reescritura para así añadir y eliminar información las veces deseadas en el caso de que la etiqueta sea de lectura/escritura. Y esta información se puede reescribir en tiempo real por ejemplo cuando los elementos avanzan por una cadena de suministro.
- Resistencia a condiciones climáticas.- Posibilidad de ser legible a través de materiales no metálicos, tales como el plástico, la madera, la grasa o la pintura. Además que los *tags* son más resistentes contra ralladuras, deterioro físico, así como condiciones adversas (suciedad, humedad, temperaturas elevadas, etc.).
- Larga vida: reutilizable y reescribible.- Las etiquetas RFID poseen el potencial de tener una capacidad de lectura/escritura, permitiendo que las etiquetas puedan volver a utilizarse.
- Reducción de costes operativos.- las operaciones de escaneo no son necesarias para identificar los productos que dispongan de esta tecnología.
- Mayor facilidad de retirada de un determinado producto del mercado en caso de que se manifieste un peligro para la seguridad.

### 3.4. Aplicaciones genéricas

Las múltiples posibilidades que ofrece la tecnología RFID hacen que constantemente aparezcan nuevas aplicaciones para su uso. En general, podemos emplear esta tecnología sobre cualquier aplicación de identificación en la que se realicen recogidas de datos. En este apartado vamos a tratar algunos de los posibles campos de aplicación y usos prácticos actuales de RFID. Algunas de las áreas de aplicación son: la logística, la fabricación, el transporte, el control de accesos, la monitorización animal, la identificación de pacientes en hospitales, el seguimiento de equipajes en aeropuertos y la gestión bibliotecaria.

#### 3.4.1. Logística

Las aplicaciones logísticas usan cada vez más la tecnología RFID para la automatización de procesos y la consecución de los estándares de seguridad. Hoy por hoy, almacén, logística y distribución son los ejes básicos de la utilización de los sistemas RFID. Sus aplicaciones son prácticamente infinitas, y sus beneficios en la gestión del inventario, el control logístico, la distribución y la evitación de extravíos son una realidad. Con la tecnología RFID es posible conectar todas las fases de la cadena de abastecimiento, desde la producción al inventario y la distribución. Los sistemas RFID generan información en tiempo real que agiliza la producción, dinamiza la trazabilidad, mejora la calidad y hace más eficiente la entrega, reduciendo costes de gestión y operatividad.

Al usar la tecnología RFID el *tag* se puede colocar en cualquier posición y además se pueden leer varias etiquetas de manera simultánea. Las cajas no necesitan ser abiertas para



identificar los productos que hay en el interior porque las señales que envían los lectores pueden penetrar realmente casi cualquier clase de empaquetado. Los sistemas RFID pueden controlar si los envíos están completos, avisar automáticamente si hay artículos que faltan o qué productos faltan para terminar una orden de pedido. Otra característica interesante es el antirrobo (bit antihurto) que permite que cada *tag* active una alarma si se detectan productos robados a través de las antenas instaladas en las puertas de un almacén.

### 3.4.2. Sistema de control de accesos

Las aplicaciones RFID en el control de accesos aportan comodidad y eficiencia, pues no requieren contacto físico de la tarjeta con el lector. Se puede implementar el sistema tanto en edificios o recintos cerrados, como en eventos deportivos o de otro tipo. Permiten el control del fraude, dado que es difícil la duplicación de los *tags*. Se puede además, codificar la información mediante una clave privada, que unida al número de identificación único de cada dispositivo (que es imposible modificar), permiten llegar a realizar sistemas de alta seguridad.

El movimiento y el uso de recursos personales y materiales pueden controlarse a través de etiquetas RFID adheridas a herramientas, ordenadores, etc, o incluso ocultas en chips de seguridad del tamaño de una tarjeta de crédito.

Las frecuencias empleadas para esta aplicación dependen de la forma de controlar el acceso: una etiqueta RFID en una tarjeta que se acerca a un lector usará baja frecuencia, una configuración con dos paneles a modo de pasillo o puerta trabajará habitualmente en alta frecuencia, y sistemas de lectura de largo alcance usarán UHF.

### 3.4.3. Cobro de peajes en autopistas

Actualmente RFID también se utiliza para automatizar el proceso de peaje en las carreteras. En este caso, es necesario que el usuario adquiera y coloque un pequeño dispositivo dentro del vehículo denominado *transponder*, de modo que no es necesario parar para pagar por el uso de la autopista, ya que al pasar por el puesto de cobro de peaje, el sistema identificará al usuario y realizará la transacción automáticamente. De este modo se logra una considerable reducción de colas y tiempos de espera, pudiendo transitar a la velocidad normal del vehículo.

Países como Argentina, Australia, Canadá, Chile, Estados Unidos, Portugal (Vía Verde), España (VIA-T) e Israel, entre otros, lo utilizan en sus autopistas tanto inter-ciudades como urbanas.

### 3.4.4. Facturación de equipajes

Otra aplicación emergente de RFID que se está consolidando es la facturación de equipajes en vuelos. La compañía British Airways lleva desde 1999 identificando el equipaje de las líneas regulares de Manchester y Múnich a Londres con tecnología RFID. El principio de funcionamiento consiste en colocar una etiqueta RFID en la maleta del pasajero proporcionando ésta un código de identificación único para cada maleta, con información de los números de las aerolíneas, de origen, destino, escalas,... entre otros datos. Además, la posibilidad de actualización automática de la información de las etiquetas permite una mejor gestión antes cambios de última hora en los vuelos o de las conexiones. De esta forma, los sensores instalados en el aeropuerto permitirán a las compañías aéreas localizar con exactitud el equipaje en tiempo real, mejorando significativamente la gestión del servicio y la información ofrecida a los pasajeros.

Se utiliza para dirigir el equipaje de manera más rápida y con menos error, eliminando gran parte de riesgo de pérdidas de equipaje. Se refuerza la seguridad, permitiendo indicar a los clientes el plazo de entrega del equipaje, así como proporcionar información sobre la entrega del equipaje a los viajeros en tránsito cuyo equipaje no se haya transportado en el mismo vuelo.

### 3.4.5. Sanidad

En el ámbito sanitario, para el control de medicamentos, seguimiento de instrumental, identificación de muestras médicas o el seguimiento de pacientes en centros de salud. Manteniendo el inventario de fármacos y bolsas de sangre del hospital controlado en tiempo real se evitan errores en las transfusiones o en la administración de fármacos al paciente que pueden ocasionar graves perjuicios.



Figura 3.5: RFID en sanidad

### 3.4.6. Animales

La identificación electrónica de mascotas mediante la implantación subcutánea por un veterinario de un microchip portador de un código numérico único. El código identificativo que se introduce se corresponde con el de un registro en el que van a figurar los datos relativos al animal, al propietario, así como los tratamientos sanitarios.



Figura 3.6: Microchip identificador para animales

### 3.4.7. Gestión bibliotecaria

Este apartado es el que nos interesa. En las bibliotecas, para la catalogación, ordenación y protección antirrobo de libros. Se trata de un sistema de almacenamiento y recuperación remota de información a través de etiquetas y lectores, que tienen como fin fundamental transmitir la identidad de un libro mediante sistemas RFID pasivos.



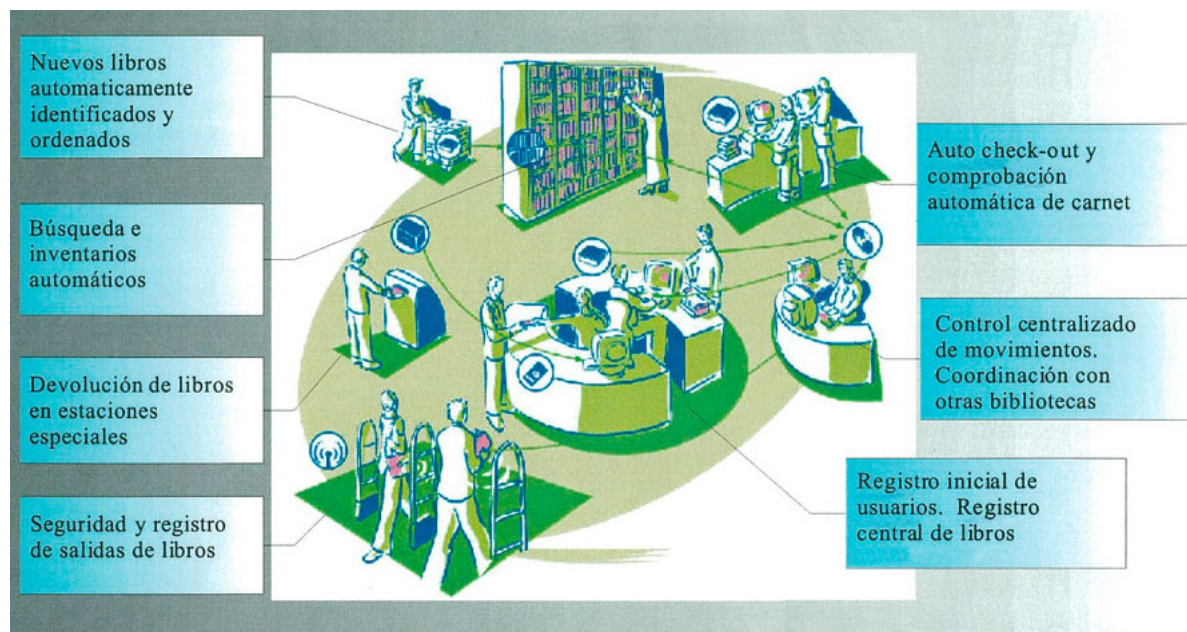


Figura 3.7: Aplicación de tecnología RFID en una biblioteca. Obtenida de Softrónica

### 3.4.8. Transporte

En la actualidad se están empezando a usar tarjetas de acceso sin contacto y recargables para el Transporte Público. Las tarjetas *contactless* sustituyen al típico ticket de papel o cartulina con banda magnética. Los billetes convencionales requieren de la lectura de toda la banda magnética y, además, de la impresión de los datos de validación (fecha, hora, viajes que quedan...). Las tarjetas están personalizadas con los datos del usuario: código, fecha, nombre del usuario, caducidad, número de viajes, etc. Los chips, en cambio, se actualizarán nada más aproximarlas al lector. Se trata de tarjetas con un chip, en muchos casos el chip Philips Mifare, que nos permite leer y grabar la información sin tener un contacto físico con el lector. Esta mejora se notará en las horas punta, en los tornos de entrada de las estaciones, autobuses, metro, trenes o tranvías.

## 3.5. Uso de RFID vs Código de barras

Tanto las etiquetas de los códigos de barras como las etiquetas de identificación por radiofrecuencia contienen datos a los que se puede acceder mediante un lector. Hay varias características que las distinguen. Aunque las etiquetas de los códigos de barras son económicas, de uso extenso y con base en normas abiertas, sus desventajas consisten en que requieren lectores ópticos y, por lo tanto, necesitan una línea de visión clara, son de uso restringido porque los datos son limitados y estáticos y se presentan problemas cuando la calidad de impresión no es uniforme. Mientras que las etiquetas RFID utilizan tecnología de radio, y no requieren de una línea de visión, lo cual elimina la necesidad de orientar los productos. Disponen de un rango de lectura más extenso, permiten el cambio de los datos almacenados, brindan mayor información que los códigos de barra acerca del contenido de un paquete y tienen un rendimiento superior al de los códigos de barras en condiciones físicas adversas. Además, el volumen de datos que proporcionan las etiquetas RFID puede lograr un conocimiento operativo superior y una mejor visibilidad de la cadena de suministro.

La tecnología RFID permite que se pueda localizar un producto con exactitud y rastrearlo a lo largo de toda la cadena de suministro, desde el fabricante hasta el cliente. Hoy en día, la RFID es



la tecnología más adecuada para gestionar, rastrear o recoger datos de un producto a lo largo de toda la cadena de suministro.

Las tecnologías de códigos de barras y la RFID se complementan, porque intercambian datos de distintas maneras. Ambos sistemas son válidos en diversas situaciones, y se pueden utilizar juntos eficazmente para muchos fines. Las dos tecnologías coexistirán durante años.



---

## CAPÍTULO 4

### Biblioteca en RFID

---





## 4. Biblioteca en RFID

Se trata de desarrollar una aplicación de gestión de préstamos y devoluciones en una biblioteca mediante la utilización de tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID). En esta etapa se pretende desarrollar el módulo de interfaz con el dispositivo lector RFID y el módulo de gestión de las bases de datos de medios (libros, revistas, CD-ROM, DVD, etc.) y de usuarios; y una aplicación básica de préstamos y devoluciones.

Los medios serán identificados mediante una tarjeta RFID conteniendo cada una de ellas un número de serie único identificativo. Este número de serie será utilizado como índice en la base de datos de medios. Asimismo, el usuario contará con una tarjeta de RFID (de aspecto similar a una tarjeta de crédito).

El procedimiento de préstamo consistirá en poner el/los libro/s sobre una antena de RFID, junto con el carnet de usuario. El dispositivo lector RFID deberá leer la identificación de los medios, y del usuario y actualizar la información de la base de datos.

Para el procedimiento de devolución sólo necesitamos colocar sobre la antena los libros, no será necesaria la tarjeta de usuario. El dispositivo leerá la identificación de los medios y actualizará la base de datos.

### 4.1. Justificación de la tecnología

Para la gestión de una biblioteca, en la mayoría de las aplicaciones diseñadas se han empleado etiquetas de HF a 13,56MHz, ya que no se necesita un gran alcance de lectura y es el estándar más implantado actualmente. Debido a que la cantidad de información necesaria para almacenar no es muy grande las etiquetas son pasivas. De hecho, basta con identificar el libro a través de su número de serie para luego acceder a la base de datos.

Usando RFID se produce una automatización del proceso de préstamo y de devolución, ya que se pueden sacar y devolver libros más rápidamente, sacando más de uno a la vez, sin tener que leer el código de uno en uno, lo que ahorra mucho tiempo y facilita el sistema. Simplemente acercando los libros y la tarjeta de usuario al lector se realiza la operación y se actualiza la base de datos.

Las etiquetas de las bibliotecas suelen venir con un bit antirrobo, que según esté a '0' o a '1' activará una alarma o no a la salida de la biblioteca, asegurando así que sólo los usuarios autorizados retiren libros. Las pérdidas se reducen enormemente. También se gana tiempo al hacer simultáneamente la lectura del código y la activación/desactivación del bit antirrobo. En este proyecto no se va a tratar este bit, pero es interesante para líneas futuras de desarrollo.

### 4.2. Descripción del HW

El equipo que hemos utilizado para desarrollar la aplicación ha sido proporcionado por la empresa Softrónica y consiste en el "Starter Kit" KRFID5000 o kit de desarrollo de ICODE, el cual nos va a permitir construir un sistema sencillo de identificación por radiofrecuencia.

El protocolo I-CODE se basa en un chip desarrollado y fabricado por Philips Semiconductors y nos proporciona una solución de bajo coste y elevadas prestaciones para nuestra aplicación que requiere la lectura de información a larga distancia de varios *tags* situados en el campo de trabajo del lector-grabador.

El equipo está formado por los siguientes elementos:

- 1 lector/grabador de largo alcance RIDEL5000
- 1 antena 2D de lazo de medio alcance ANTMR5000
- Etiquetas en formato estándar de 8x5
- Etiquetas en soporte PVC (similares a una tarjeta de crédito)
- 1 fuente de alimentación para el RIDEL5000
- Cable de alimentación, cable de comunicaciones RS232 y cable de antena

Además, información necesaria para poder desarrollar nuestra aplicación:

- Documentación técnica del lector RIDEL5000
- Manual de usuario del software de demo
- Documentación DLL's
- 1 disco con programas de demostración y DLL para desarrollo



Figura 4.1: “Starter kit” KRFID5000 de Softrónica

En la siguiente figura se muestra el diagrama de bloques de un sistema I-CODE incluyendo los elementos de nuestro equipo, el lector/grabador de largo alcance RIDEL5000 y la antena ANTMR5000:

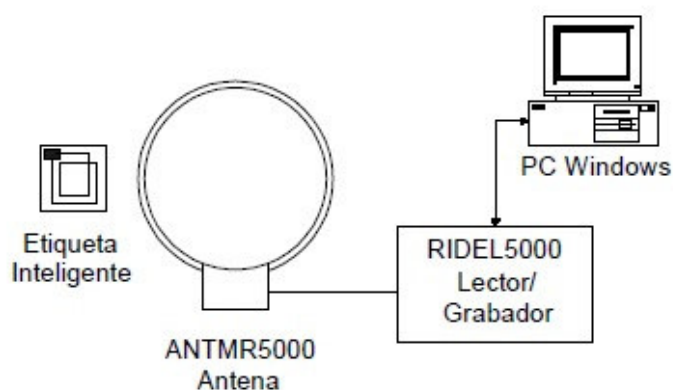


Figura 4.2: Diagrama de bloques sistema ICODE

El sistema completo funciona a la frecuencia normalizada de 13.56MHz.

En los siguientes puntos pasaremos a explicar cada uno de los elementos de nuestro sistema.

#### 4.2.1. Lector/grabador

El lector a través de la antena establece el enlace radio con los *tags* que se presentan en su campo de lectura, de forma que los datos recogidos de estos elementos quedan disponibles para su posterior procesamiento, en nuestro caso, trabajaremos con el número de serie identificativo único leído de cada uno de los *tags* y actualizaremos la información de la base de datos.

Las funciones básicas del lector/grabador se enumeran a continuación:

- Generar el campo RF necesario para alimentar al *tag* ICODE
- Establecer el enlace radio con el *tag*
- Codificar y decodificar los datos enviados y recibidos del *tag*
- Almacenar la información decodificada de los *tags* o bien enviarla mediante un enlace de comunicaciones estándar (RS232) hacia un ordenador funcionando como host.

En las siguientes figuras se muestran varias vistas del lector RIDEL5000. En la primera se muestra la vista frontal-superior en la que se puede apreciar las ranuras de ventilación. En la segunda figura se puede ver el panel frontal con la etiqueta de identificación del fabricante y los dos conectores de antena coaxiales. Y en la última figura se muestra una vista posterior del equipo, con el conector de alimentación, el puerto RS232, y el puerto de entradas/salidas y RS485. También se pueden apreciar los indicadores de alimentación y actividad.



Figura 4.3: Distintas vistas del lector-grabador RFID RIDEL5000

Entre sus características cabe citar las siguientes:

- Frecuencia de trabajo 13.56MHz.
- Protocolo I-CODE
- 0-8 W Ajustables por software
- Puertos de comunicaciones RS232 / RS485
- Puerto entrada/salida de cuatro canales entrada y cuatro canales salida.
- Velocidad de comunicación 9,600 a 115,200 KBd
- Alimentación 24 Vcc
- Consumo máximo 2A.
- Temperatura de trabajo -10 a 55 °C
- Conectores RF - 2 \* BNC
- Conectores puertos RS232 9 pin Sub-D Hembra
- Conector auxiliar y RS485 15 pin Sub-D Hembra
- Sistema de autocalibración
- Actualización del firmware por el puerto serie RS232
- Medidas suministradas de potencia incidente, potencia reflejada, ROE y temperatura interna
- Ajuste mediante software de potencia, índice de modulación, ganancia FI, sintonía filtro entrada
- Protocolos de comunicaciones y modos de operación programables
- Opera con una antena para TX-RX o antenas separadas, mediante conmutación interna
- Refrigeración mediante ventilador incorporado
- Dimensiones 120 x 120 x 38 mm

#### 4.2.2. Antena

La antena ANTMR5000 es una antena 2D de medio alcance de lazo de 47,5 cm. Está diseñada para su conexión al lector-grabador RIDEL5000 en configuración de antena TX/RX conjunta con alcance intermedio que permite una lectura y grabación hasta a 80cm de distancia (dependiendo de la potencia transmitida y de los tags utilizados). Está fabricada en PVC y trabaja a una potencia máxima de 4W.



Figura 4.4: Antena ANTMR5000

### 4.2.3. Tags

La etiqueta I-CODE está compuesta por un chip I-CODE, una pequeña antena y un material de soporte. Trabaja a la frecuencia de 13.56MHz. Es un *tag* pasivo, se alimenta por medio del campo electromagnético generado por el lector-grabador, y en esta situación, es capaz de establecer un enlace de comunicaciones con la unidad. Es posible, entonces, detectar, leer o escribir en el chip, sin necesidad de ningún contacto físico o visual con rangos de funcionamiento hasta 1m. Una característica importante para nuestra aplicación, para prestar varios libros simultáneamente es que el protocolo I-CODE incorpora una característica de anti-colisión, lo que hace posible la lectura y grabación simultánea de varias etiquetas situadas en el campo de lectura de la antena.

La etiqueta incorpora un código electrónico único de fábrica que hace que cada tarjeta de libro o de usuario sea único, y una zona de memoria no volátil (EEPROM), donde es posible almacenar información, con una capacidad de 512 bits, además puede ser escrita hasta 100.000 veces. Tiene, incluso, un bit de EAS (*Electronic Article Surveillance* o vigilancia electrónica de artículos), que puede ser activado o desactivado por software. Estas dos últimas características son interesantes para desarrollos futuros donde podríamos guardar la información relativa a los últimos préstamos realizados o la información de los datos de los libros en la propia tarjeta. Y activar el bit antihurto para evitar los robos al salir de la biblioteca.

En nuestra aplicación vamos a usar tarjetas con dos tipos de encapsulados, una para los libros a prestar con tamaño 5x8 y adhesivas y otra para los usuarios en PVC con forma similar a las de las tarjetas de crédito.

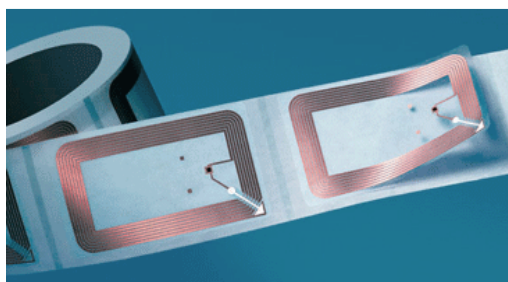


Figura 4.5: Tags de medios



Figura 4.6: Tags de usuarios

## 4.3. Descripción del Software

### 4.3.1. Lenguaje de programación usado

La aplicación está programada en lenguaje C++ en el entorno de desarrollo *C++ Builder* de *Borland*, el que nos va a facilitar la tarea ya que combina el compilador en C++ con la biblioteca *Visual Component Library* en la cual se trabaja en un marco de trabajo visual y orientado a objetos donde será posible crear nuestra aplicación con el aspecto de las ventanas y de los botones similar al usado en Windows, además de poder conectarse a las bases de datos.

C++ Builder proporciona el *Borland Database Engine* (BDE) para permitir el acceso a bases de datos locales y servidores SQL. El BDE es una colección de DLLs y hace de intermediario entre las aplicaciones y las bases de datos a las que se accede, de forma que éstas sean independientes de la base de datos que se utilice.

El BDE necesita un "alias" para acceder a una base de datos particular. Un alias de BDE establece el conjunto de parámetros que se requieren para establecer una conexión con una base de datos, tales como el controlador [driver] empleado y la localización de la base de datos. Los alias se definen con ayuda del *BDE Administrator* (que se encuentra en el Panel de Control de Windows).

### 4.3.2. Estructura de la base de datos

Para generar las bases de datos hemos usado el programa *Database Desktop*, que es una herramienta incluida en los entornos de desarrollo de *C++ Builder* que nos va a permitir crear, visualizar, consultar y ordenar tablas almacenadas en distintos formatos (como Paradox o dBase).

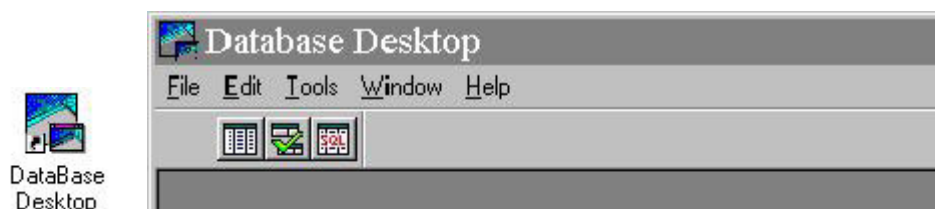


Figura 4.7: Icono y ventana principal del Database Desktop

Para crear las tablas creamos una nueva tabla con formato Paradox y en su propiedad PATH especificamos la ruta donde vamos a almacenar la tabla. Y rellenamos la tabla con los campos que nos interesan especificando el tipo de dato (enteros, short, numéricos, string, etc), su tamaño (solo si el campo es de tipo string), y la KEY para marcar un campo como llave primaria.

### 4.3.3. Sentencias SQL

Para hacer las consultas y modificaciones de las bases de datos hemos usado sentencias SQL. Vamos a introducir y explicar algunos de los comandos utilizados a la hora de programar la aplicación.



A continuación presentamos las sentencias SQL más utilizadas:

- INSERT → Añadir filas de datos a una tabla
- UPDATE → Modificar los datos de una tabla
- DELETE → Eliminar filas de datos a una tabla
- SELECT → Seleccionar los datos de una tabla

Una vez definida la estructura de la tabla con Database Desktop se pueden insertar los datos, modificarlos, borrarlos de la tabla, así como seleccionarlos para trabajar con ellos o simplemente visualizarlos.

#### 4.3.3.1. Inserción

El comando que permite insertar filas en las tablas es el siguiente:

```
INSERT INTO tabla [(columna,*)] VALUES (expresión,+);
```

Sólo especificaremos las columnas donde insertar y su orden cuando no insertemos datos en todas ellas o no lo hagamos en el mismo orden en que definimos la tabla. La asociación columna-valor es posicional. Los valores deben cumplir con los tipos de datos definidos. Los valores de tipo carácter y fecha deben ir encerrados entre comillas simples, (").

A continuación se puede ver la inserción de filas en un ejemplo:

```
INSERT INTO Libros (NumSerie, Título, Autor, Signatura) VALUES (''+edSerial->Text+'', ''+edTitle->Text+'', ''+edAuthor->Text+'', ''+edSubject->Text+'');
```

Añadimos una fila nueva en la tabla Libros en los campos correspondientes al número de serie, título, autor y signatura.

#### 4.3.3.2. Actualización

Otra de las operaciones más comunes es la modificación de la información almacenada en las tablas. Para ello se utiliza el comando UPDATE cuya sintaxis se muestra a continuación:

```
UPDATE tabla SET {columna = expresión,+} [WHERE condición];
```

Se especificará en la cláusula SET las columnas que se actualizarán y con qué valores. La cláusula WHERE indica las filas con las que se va a trabajar. Si se omite la actualización afectará a todas las filas de la tabla.

A continuación se puede ver la actualización de filas en un ejemplo:

```
UPDATE Libros SET Título=''+edTitle->Text+'', Autor=''+edAuthor->Text+'', Signatura=''+edSubject->Text+''' WHERE NumSerie=''+IdLibro+'';
```



Actualizamos nuestra base de datos modificando en la tabla Libros los valores de los campos correspondientes al título, autor y signatura de un libro con el número de serie buscado.

#### 4.3.3.3. Borrado

La sintaxis es la que sigue:

*DELETE FROM tabla [WHERE condición];*

Borrará todas las filas que cumplan la condición especificada en la cláusula WHERE. Si esta cláusula no se fija, se borrarán todas las filas de la tabla.

Un ejemplo de sentencia de borrado:

*("DELETE FROM Libros WHERE Título = '"+findTitle->Text+"' AND Autor = '"+findAuthor->Text+"'");*

En nuestro caso borraremos de la tabla Libros la fila que corresponda con el título y autor buscado.

#### 4.3.3.4. Selección

Esta sentencia es la que más vamos a utilizar, con diferencia, es la más habitual. Es la que nos permite seleccionar los datos de una tabla con la información que queramos recuperar de la tabla. La sentencia SELECT consta de cuatro partes básicas:

- La cláusula SELECT seguida de la descripción de lo que se desea ver, los nombres de las columnas a seleccionar. Esta parte es obligatoria.
- La cláusula FROM seguida de la especificación de las tablas de las que se han de obtener los datos. Esta parte es obligatoria. La cláusula FROM define las tablas de las que se van a seleccionar las columnas.
- La cláusula WHERE seguida por un criterio de selección, una condición. Esta parte es opcional. Indica las filas con las que se va a trabajar
- La cláusula ORDER BY seguida por el criterio de ordenación. Esta parte es opcional.

Una primera aproximación a la sintaxis de la sentencia SELECT puede mostrarnos la siguiente expresión:

*SELECT { \* | {columna,}+ }*

*FROM {tabla,}+*

*[WHERE condición]*

*[ORDER BY {expresiónColumna [ASC | DESC],}+];*



A continuación un ejemplo:

*SELECT numserie, apellidos, nombre FROM usuarios ORDER BY Apellidos;*

Seleccionamos el número de serie, los apellidos y el nombre de nuestra tabla Usuarios y los valores devueltos los ordenamos por apellido.

Dentro de la cláusula WHERE podemos proponer condiciones que han de cumplir todas las filas para salir en el resultado de la consulta, y se pueden conjugar operadores de diversos tipos con funciones de columnas, componiendo expresiones más o menos complejas: operadores de comparación (=, !=, <, >, <=, >=, like '\_abc%'), aritméticos (+, -, \*, /) y de cadenas de caracteres (||).

#### 4.3.4. Información usada de los tags

La EEPROM de 512 bit está dividida en 16 bloques. Un bloque es la mínima unidad de acceso. Cada bloque está compuesto por 4 bytes (1 bloque=32 bits). El bit 0 de cada byte es el menos significativo, y el 7 el más significativo.

		32 Bits				
		BYTE 0	BYTE 1	BYTE 2	BYTE 3	
16 Bloques	BLOQUE 0	SNR00	SNR01	SNR02	SNR03	Número de serie (byte bajo)
	BLOQUE 1	SNR04	SNR05	SNR06	SNR07	Número de serie (byte alto)
	BLOQUE 2	F0	FF	FF	FF	Bits de habilitación de escritura
	BLOQUE 3	X	X	X	X	Funciones Especiales (EAS/QUIET)
	BLOQUE 4	X	X	X	X	Código de Familia/Identificador de Aplicación  Datos de Usuario
	BLOQUE 5	X	X	X	X	
	BLOQUE 6	X	X	X	X	
	BLOQUE 7	X	X	X	X	
	BLOQUE 8	X	X	X	X	
	BLOQUE 9	X	X	X	X	
	BLOQUE 10	X	X	X	X	
	BLOQUE 11	X	X	X	X	
	BLOQUE 12	X	X	X	X	
	BLOQUE 13	X	X	X	X	
	BLOQUE 14	X	X	X	X	
	BLOQUE 15	X	X	X	X	

Figura 4.8.Organización de la memoria EEPROM de los tags

Los valores hexadecimales mostrados en la tabla son los almacenados en la EEPROM tras el proceso de producción de etiquetas. El contenido de los bloques marcados con 'x' en la tabla no están definidos a la entrega del producto.

El número de serie único de 64 bits se almacena en los bloques 0 y 1, y se programa durante el proceso de producción. SNR00 en la tabla representa el byte menos significativo, y SNR07 el

más significativo.

En el proceso de lectura de las tarjetas la información que nos interesa es el número de serie, en particular, los bloques 0 y 1 donde obtendremos el número de serie en hexadecimal. Aquí mostramos algunos de los números de serie de las tarjetas con las que vamos a trabajar:

6A83A63000000001, C7652002000000001, D297A633000000001, DC88A633000000001,  
D197A633000000001, E693A633000000001, ED83A633000000001.

## 4.4. Diseño de la aplicación

Para el desarrollo de la aplicación del sistema de biblioteca basado en tecnología RFID primeramente necesitamos definir 2 tipos de tarjetas de RFID con las que vamos a trabajar, una para los usuarios (*tag* de aspecto similar a una tarjeta de crédito con sus datos impresos en el exterior) y otra para los libros (*tag* adherida a cada uno de ellos). Por lo tanto será necesario dar de alta y de baja ambos tipos de tarjetas en función de las necesidades de la Biblioteca para aceptar nuevos usuarios o darlos de baja por pérdida/extravío/robo/deterioro de la tarjeta o por requerimiento del usuario, así como de los libros al añadirlos nuevos al catálogo de la Biblioteca o de baja por pérdida/extravío/robo/deterioro/ etc. y del uso que den los usuarios de la misma al prestar y devolver los libros en el período establecido por la Biblioteca

Vamos a pasar a explicar el módulo de interfaz con el dispositivo lector RFID. Está compuesto por la pantalla de inicio a partir de la cual a través de las diferentes pestañas puedo acceder a la gestión de *Usuario*, a la gestión de *Libro*, al *Préstamo bibliotecario* o a la *Configuración* del equipo. Ver Figura 4.9.

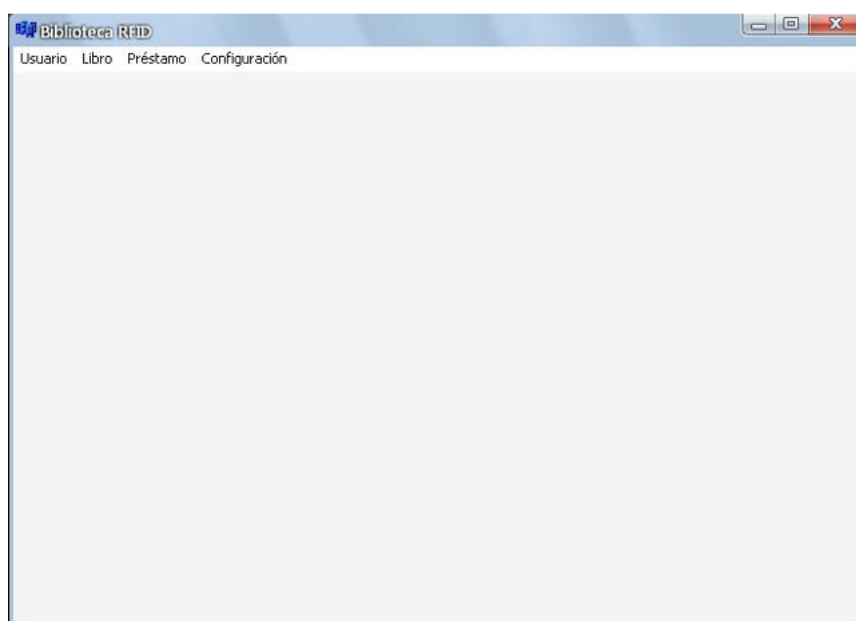


Figura 4.9: Pantalla inicial de la aplicación de la Biblioteca basada en RFID

Tanto en la pestaña de gestión de *Usuario* como en la pestaña de gestión de *Libro* se pueden gestionar las altas (*Nuevo*), las bajas (*Borrar*) así como las modificaciones de ambos (*Editar*).

En la pestaña de *Préstamo* se puede gestionar el *Préstamo* y la *Devolución*.



En la última de las pestañas accedemos a *Configuración* donde podemos elegir el puerto de comunicaciones (COM1, COM2,...COM16) entre el ordenador y el lector, y la velocidad de comunicación (110, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 56000, 57600, 115200, 128000 o 256000Bd).

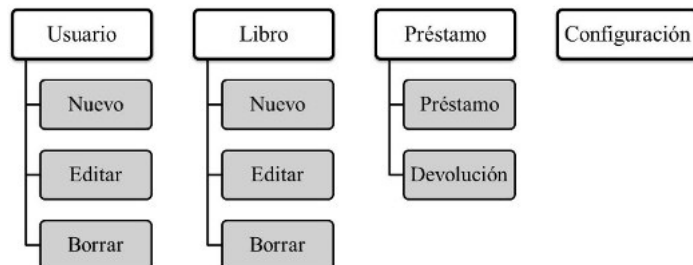


Figura 4.10: Esquema pestañas de la aplicación

Para poder gestionar el préstamo es necesario diseñar una base de datos, para ello hemos definido tres tipos de tablas en la base de datos, una para los usuarios, otra para los libros y la última la que relaciona algunos de los datos de ambas (en concreto sus números de serie) cuando se realiza el préstamo.

A continuación, mostramos las estructuras de las bases de datos utilizadas:

	Nombre del campo	Tipo	Tamaño	KEY
1	NumSerie	A	16	*
2	Apellidos	A	64	
3	Nombre	A	32	
4	FechaNacimiento	A	32	
5	Sancion	A	16	

Tabla 4.1: Datos de Usuario

	Nombre del campo	Tipo	Tamaño	KEY
1	NumSerie	A	16	*
2	Titulo	A	128	
3	Autor	A	96	
4	Signatura	A	64	

Tabla 4.2: Datos de Libro

	Nombre del	Tipo	Tamaño	KEY
1	Libro	A	16	*
2	Usuario	A	16	
3	FechaPrestamo	D	16	
4	FechaDevolucion	D	16	

Tabla 4.3: Datos de Préstamo

Para el *Usuario* necesitamos definir los siguientes campos: el número de serie identificativo único de la tarjeta y sus datos personales: nombre, apellidos así como la fecha de nacimiento. Y hay



un campo adicional que es la sanción, en el caso que el usuario se retrase en la devolución del libro. Todos los campos son de tipo alfanumérico. El tamaño de cada uno de los campos viene especificado en la cuarta columna. Y la quinta columna especifica cuál de ellos es la clave y con el que vamos a trabajar principalmente a la hora de realizar el préstamo y relacionar las tablas en la tabla Préstamo.

Para el *Libro* necesitamos definir, principalmente, al igual que para el Usuario, el número de serie identificativo único de la tarjeta que acompañará al libro. Además en la base de datos, incluiremos el título y el autor del libro, así como la signatura del mismo. Este último campo estará especificado según el formato CDU (Clasificación Decimal Universal) que es el sistema de clasificación y ordenación de los fondos de la biblioteca. Todos los campos son de tipo alfanumérico. El tamaño de cada uno de los campos viene especificado en la cuarta columna.

Y por último, la tabla de *Préstamo* donde se relacionan ambos números de serie al realizar el préstamo del libro. En el primer campo se guardará el número de serie del libro y en el segundo campo el número de serie del usuario. Los otros dos campos están reservados para la fecha de préstamo, día en el que se presta el libro (lo coge automáticamente del sistema al realizar el préstamo), y la fecha de devolución, día máximo en el que tiene que ser devuelto el libro (por ejemplo 7 días a partir de la fecha de préstamo). En esta tabla un mismo usuario puede aparecer en varios registros ya que es posible que el usuario se lleve en préstamo varios libros a la vez o en distintos momentos, y tantos como especifique la biblioteca (por ejemplo 5 unidades máximo) siempre y cuando el usuario no tenga sanción, a partir de ese momento el usuario ya no podrá coger más libros en préstamo aunque no haya llegado al cupo total. La regla general para calcular la sanción será 2 días de suspensión de los servicios de la Biblioteca por cada documento y día de retraso.

Las bases de datos son locales, y para poder acceder a ellas necesitamos indicar la ruta completa al directorio donde están incluidas. En nuestro caso:

C:\Biblioteca\DBDir

donde estarán alojadas nuestros tres ficheros: usuarios.db, libros.db, préstamo.db.

Con la ayuda del *BDE Administrator* definiremos el alias DBBiblio que establece el conjunto de parámetros de nuestra base de datos y también especificamos la ruta donde vamos a almacenar las tablas.



---

## CAPÍTULO 5

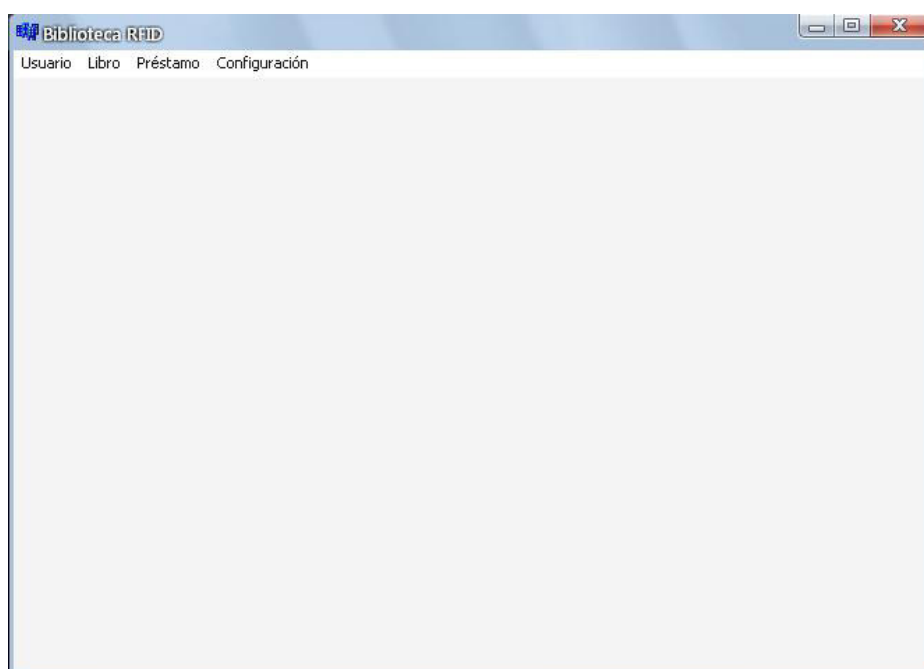
### Manual de usuario

---

## 5. Manual de usuario

En este apartado vamos a explicar cómo se usa la aplicación y los pasos que hay que seguir para poder dar de alta, de baja y cambiar los datos tanto de un Usuario como de un Libro así como las opciones principales de Préstamo y Devolución de libros.

Esta es la interfaz de usuario de la aplicación donde podemos seleccionar una de las cuatro pestañas disponibles: *Usuario*, *Libro*, *Préstamo* y *Configuración*. En los siguientes puntos pasaremos a describir cómo usar cada una de ellas y lo que se puede gestionar.



### 5.1. Configuración

Primeramente será necesario acceder a la pestaña Configuración para definir el puerto serie de comunicaciones al que está conectado el lector/grabador RIDEL5000 y la velocidad de comunicación con el ordenador.



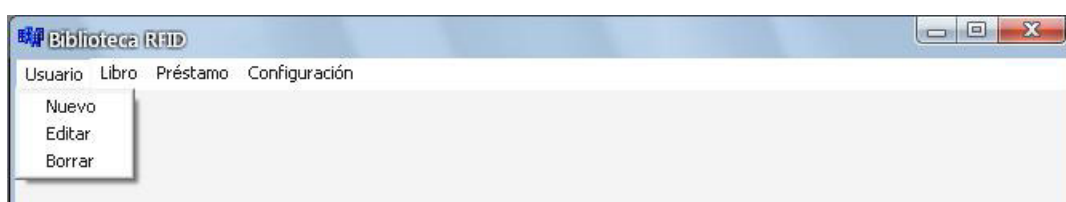
En puerto de comunicaciones podemos seleccionar desde COM1 hasta COM15.

Y la velocidad (en baudios) desde 110 hasta 256000 Bd.



## 5.2. Usuario

En la pestaña Usuario gestionaremos la base de datos de *Usuario*. Tenemos 3 opciones: *Nuevo*, *Editar* y *Borrar*.



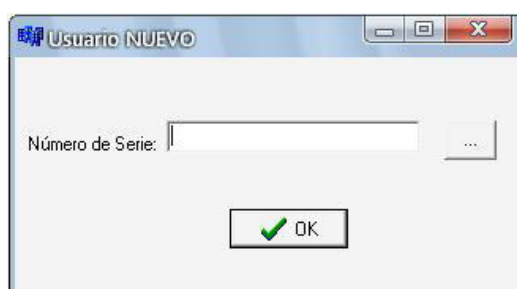
*Nuevo* → Para dar de alta un nuevo usuario.


*Editar* → Para modificar los datos del usuario.

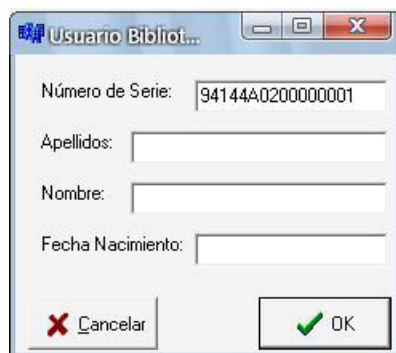
*Borrar* → Para dar de baja un usuario existente.

### 5.2.1. Alta usuario

Seleccionando *Usuario/Nuevo* se abrirá esta ventana. A continuación tenemos que poner la tarjeta del nuevo usuario al lado de la antena, y la dejaremos ahí hasta el final del proceso.




Clickamos en el botón con los tres puntos  y nos leerá la tarjeta mostrando el número de serie correspondiente en la misma ventana. Pulsamos "OK" y nos mostrará la siguiente ventana en la que aparecerá el número de serie leído en la casilla 'Número de serie'.



Sólo tenemos que completar el resto de los datos (apellidos, nombre y fecha de nacimiento) para completar la ficha del usuario.

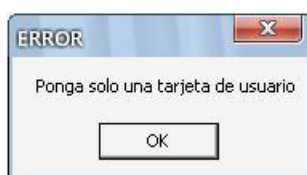


Cuando estén todos los campos completados, pulsamos “OK” y ya tendremos a nuestro usuario dado de alta en la base de datos del sistema. Nos mostrará una ventana informativa confirmando el alta.



#### 5.2.1.1. Incidencia alta usuario

Si ponemos varias tarjetas de usuario a la vez al intentar realizar el préstamo nos dará error mostrando la siguiente ventana:



Si el usuario ya existe en el sistema el error que nos mostrará es el siguiente:



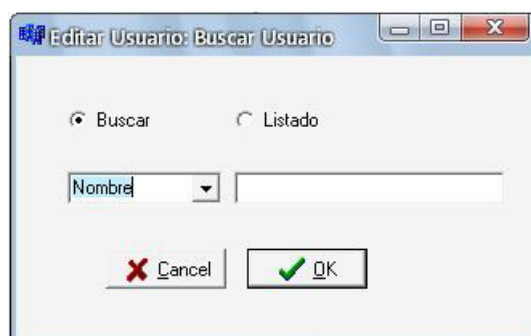


Si quitamos la tarjeta antes de tiempo nos dará el siguiente error:



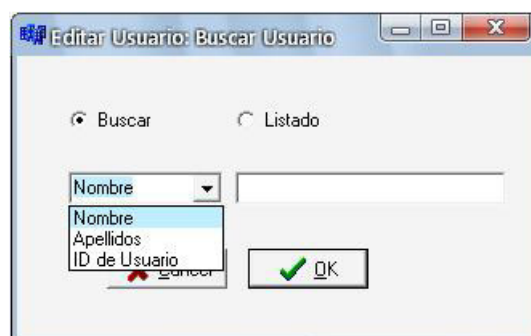
### 5.2.2. Editar usuario

Seleccionando *Usuario/Editar* nos mostrará la siguiente ventana:



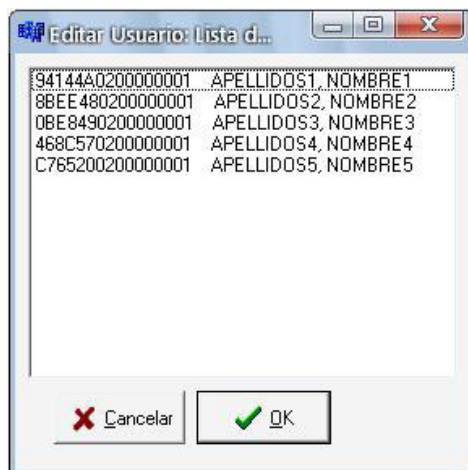
Antes de editar los datos de un usuario ya existente y modificar su ficha, será necesario buscarle en el sistema. Para ello podremos realizar la búsqueda a través de “*Buscar*” utilizando alguno de estos tres campos: búsqueda por *Nombre*, búsqueda por *Apellidos* o búsqueda por *ID de usuario* (número de serie de la tarjeta de usuario); o con “*Listado*” mostrar directamente una lista de usuarios. Con cualquiera de las opciones nos mostrará una lista de usuarios ordenada por apellidos.

Si usamos “*Buscar*”, seleccionamos en el desplegable la opción de búsqueda que nos interese (*Nombre*, *Apellidos* o *ID de usuario*) y escribimos en la casilla vacía el valor a buscar, y a continuación pulsamos el botón “OK”.

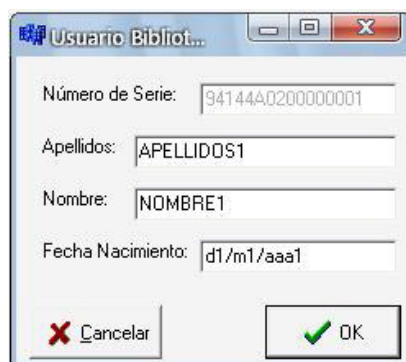


Si usamos “*Listado*”, directamente pulsamos el botón “OK”.

Nos mostrará la siguiente ventana con un listado ordenado por apellidos de nuestros usuarios de la biblioteca.



Seleccionamos el que nos interese y pulsamos “OK”. A continuación nos mostrará una ventana con los datos del usuario, en la que podremos modificar los valores excepto el del número de serie.



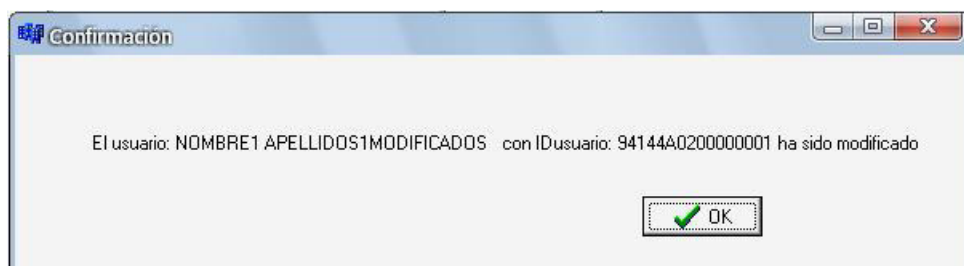
Número de Serie: 94144A0200000001

Apellidos: APELLIDOS1

Nombre: NOMBRE1

Fecha Nacimiento: d1/m1/aaa1


Una vez modificado los datos del usuario, pulsamos “OK” y nos mostrará la siguiente ventana:



### 5.2.3. Baja usuario

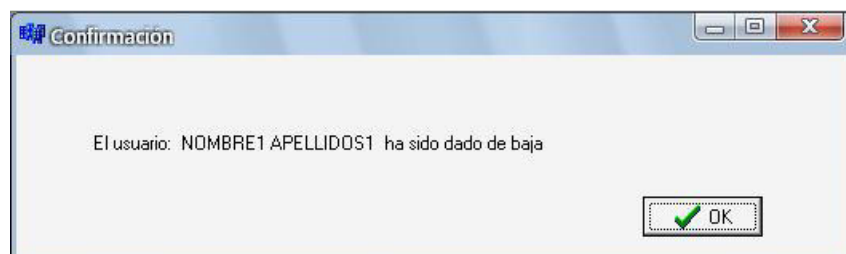
Seleccionando *Usuario/Borrar* nos mostrará la siguiente ventana:



A continuación tenemos que poner la tarjeta del nuevo usuario al lado de la antena, y la dejaremos ahí hasta el final del proceso. Clickamos en el botón con los tres puntos  y nos leerá la tarjeta mostrando el número de serie correspondiente en la misma ventana.

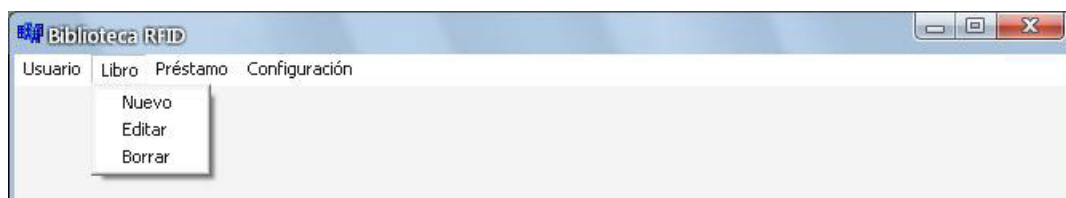


Pulsamos “OK” y nos mostrará la siguiente ventana con la confirmación de la baja del usuario.



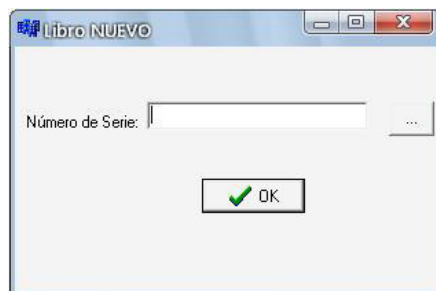
## 5.3. Libro


En la pestaña Libro tenemos 3 opciones: Nuevo, Editar y Borrar. Con estas opciones gestionaremos la base de datos de Libro.

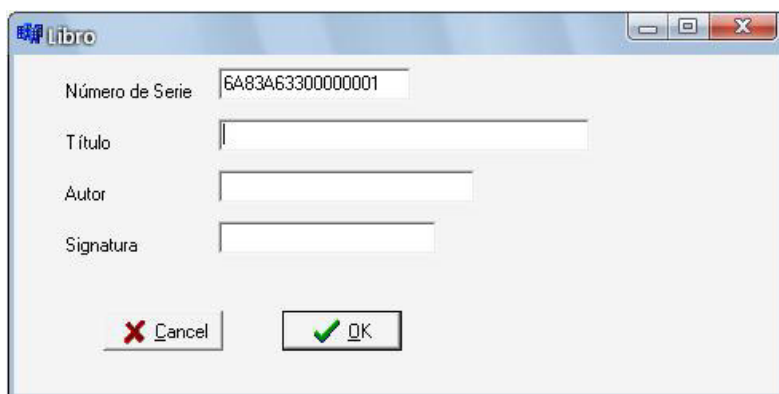


### 5.3.1. Alta libro

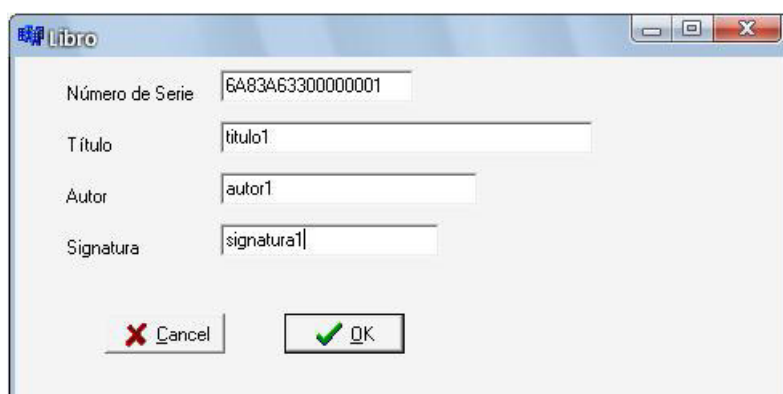
Seleccionando *Libro/Nuevo* se abrirá esta ventana. A continuación tenemos que poner el libro con la tarjeta del nuevo libro al lado de la antena, y la dejaremos ahí hasta el final del proceso.



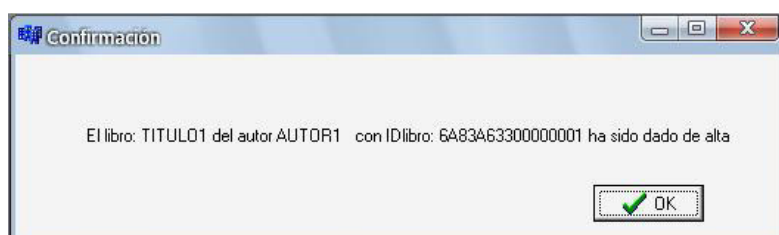
Clickamos en el botón con los tres puntos  y nos leerá la tarjeta mostrando el número de serie correspondiente en la misma ventana. Pulsamos “OK” y nos mostrará la siguiente ventana en la que aparecerá el número de serie leído en la casilla ‘Número de serie’, sólo tenemos que completar el resto de los datos (título, autor y signatura) para completar la ficha del libro.



Cuando estén todos los campos completados, pulsamos “OK” y ya tendremos el nuevo libro dado de alta en la base de datos del sistema.

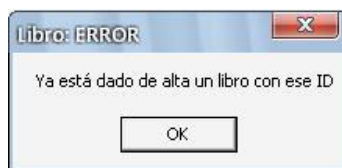


Nos mostrará una ventana informativa confirmando el alta.



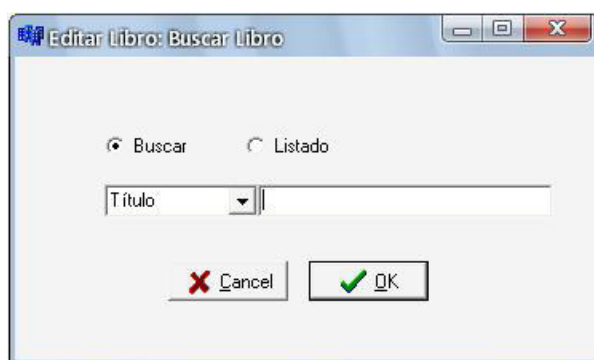
### 5.3.1.1. Incidencias alta libro

Si el libro ya existe en el sistema nos mostrará la siguiente ventana:



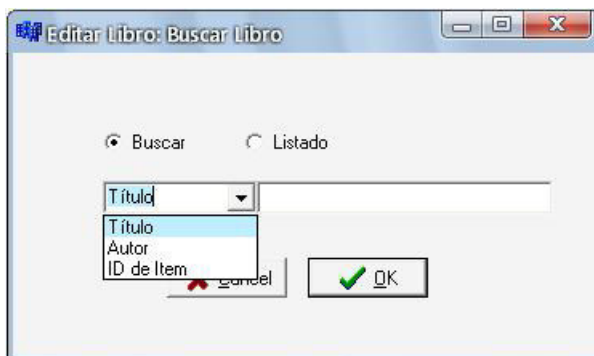
### 5.3.2. Editar libro

Seleccionando *Libro/Editar* nos mostrará la siguiente ventana:



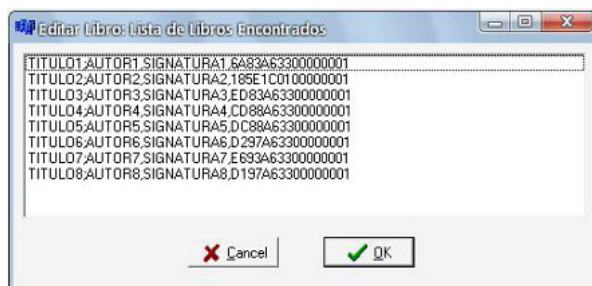
Antes de editar los datos de un libro ya existente y modificar su ficha, será necesario buscarlo en el sistema. Para ello podremos realizar la búsqueda a través de “*Buscar*” utilizando alguno de estos tres campos: búsqueda por *Título*, búsqueda por *Autor* o búsqueda por *ID de libro* (número de serie de la tarjeta de libro); o con “*Listado*” mostrar directamente una lista de libros. Con cualquiera de las opciones nos mostrará una lista de libros ordenada por título.

Si usamos “*Buscar*”, seleccionamos en el desplegable la opción de búsqueda que nos interese (*Título*, *Autor* o *ID de libro*) y escribimos en la casilla vacía el valor a buscar, y a continuación pulsamos el botón “OK”.

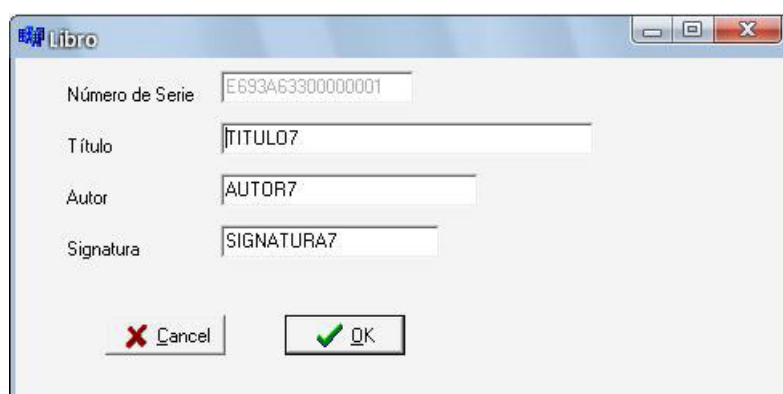


Si usamos “*Listado*”, directamente pulsamos el botón “OK”.

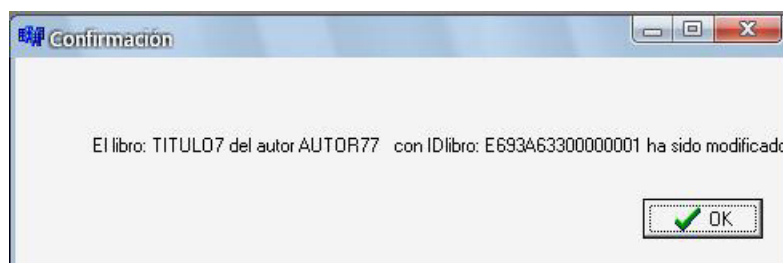
Nos mostrará la siguiente ventana con un listado ordenado por título de nuestros libros de la biblioteca.



Seleccionamos el que nos interese y pulsamos “OK”. A continuación nos mostrará una ventana con los datos del libro, en la que podremos modificar los valores excepto el del número de serie.



Una vez modificado los datos del usuario, pulsamos “OK” y nos mostrará la siguiente ventana:



### 5.3.3. Baja libro

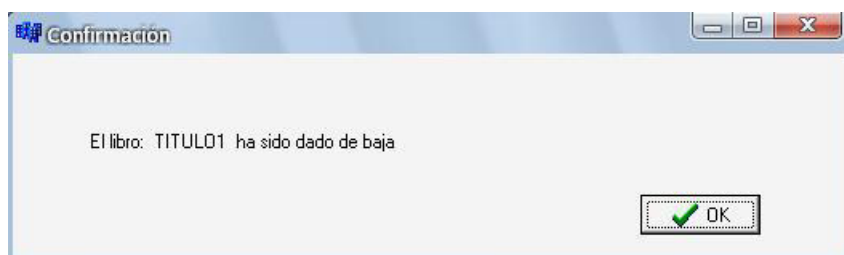
Seleccionando *Libro/Borrar* nos mostrará la siguiente ventana:



A continuación tenemos que rellenar los campos que nos solicita: título y autor.

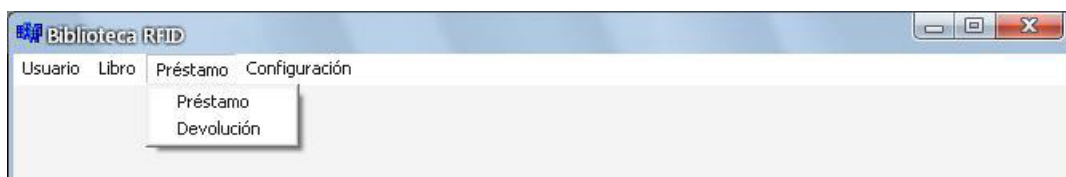


Pulsamos “OK” y nos mostrará la siguiente ventana con la confirmación de la baja del libro.



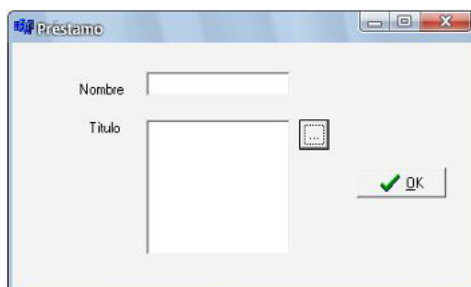
## 5.4. Préstamo


En esta pestaña podremos realizar tanto el préstamo como la devolución de los libros prestados a un usuario.

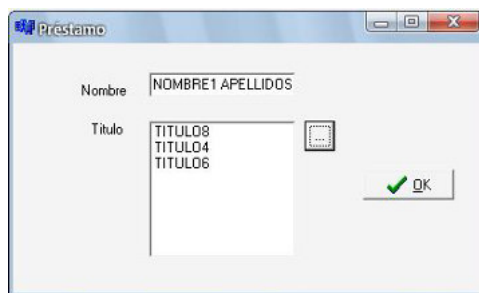


### 5.4.1. Préstamos

Seleccionando la opción *Préstamo/ Préstamo* aparecerá esta ventana:



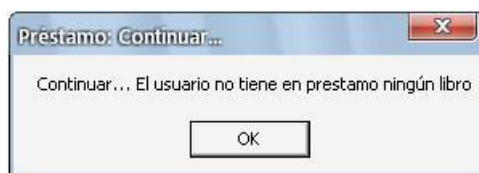
Clickamos en el botón con los tres puntos  y nos leerá las tarjetas que estén al lado de la antena, reconocerá la tarjeta de usuario y las tarjetas de los libros. A continuación, se muestra el nombre y apellidos del usuario en la casilla ‘Nombre’ y los títulos de los libros en la casilla ‘Título’, que es la información obtenida al leer el código de las tarjetas. Una vez que está puesta la información en sus respectivas casillas sólo hay que darle al botón “OK” para realizar el préstamo.



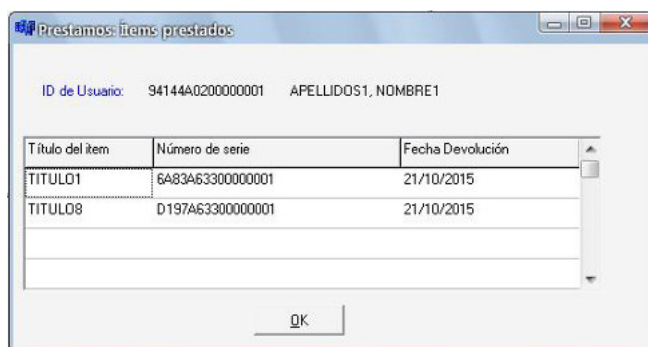
Pulsamos “OK” y si el usuario no tiene ninguna sanción nos informará con la siguiente ventana:



Si además es el primer libro que coge en préstamo, también nos informará:



Ya solo queda que se realice el préstamo y se actualice la base de datos. Nos mostrará la siguiente ventana en la que aparecerá esta nueva ventana informándonos de lo que acabamos de prestar y hasta que día el usuario lo puede tener en préstamo.



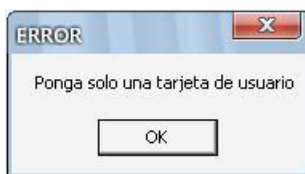
#### 5.4.1.1. Incidencias préstamo

Si no ponemos ninguna tarjeta de usuario para realizar el préstamo nos dará el siguiente error:

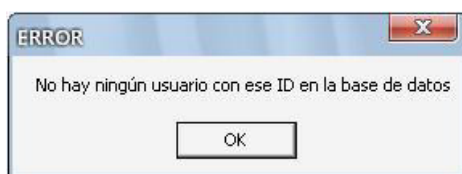




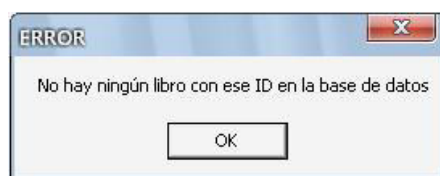
Si ponemos varias tarjetas de usuario a la vez al intentar realizar el préstamo nos dará error mostrando la siguiente ventana:



Si ponemos una tarjeta de usuario que no está dada de alta en el sistema:



Si ponemos una tarjeta de libro que no está dada de alta en el sistema:

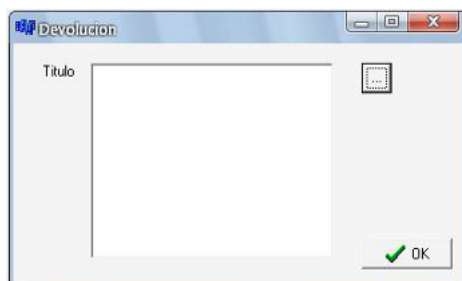



Si quitamos la tarjeta antes de tiempo nos dará el siguiente error:

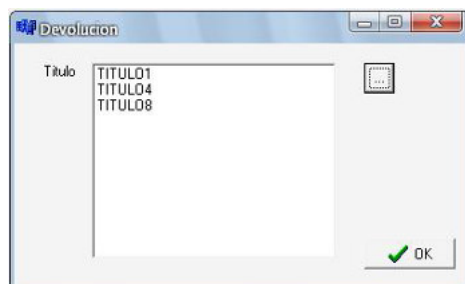


## 5.4.2. Devolución

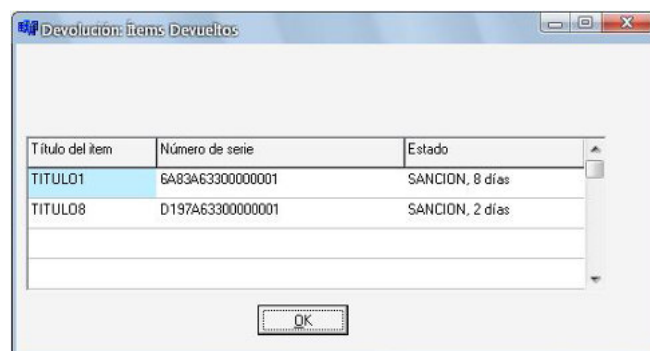
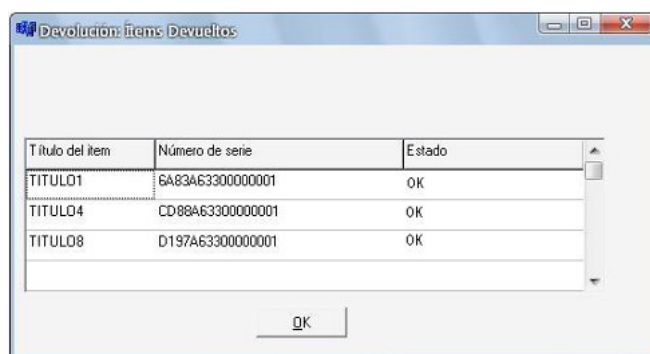
Seleccionando la opción *Préstamo/ Devolución* aparecerá esta ventana:



Ponemos los libros que queremos devolver al lado de antena y clickamos en el botón con los tres puntos  y nos leerá las tarjetas de los libros. A continuación, se muestra el título del libro o de los libros en la casilla 'Título', que es la información obtenida al leer el código de las tarjetas.



Ya sólo hay que darle al botón “OK” para realizar la devolución. Nos mostrará una ventana con la información en columnas de los libros devueltos, especificando para cada uno de ellos el título del libro y su número de serie correspondiente, y una tercera columna mostrando el ‘Estado’ del libro. Si el libro ha sido devuelto dentro del período de préstamo estará todo ‘OK’ o si por el contrario se ha retrasado en la devolución mostrará la sanción correspondiente de cada uno de los libros devueltos (el número de días que tiene que estar sin poder coger libros en préstamo).





---

## CAPÍTULO 6

### Conclusiones y trabajos futuros

---

## 6. Conclusiones y trabajos futuros

### 6.1. Conclusiones

La identificación por radiofrecuencia en la actualidad, es una de las tecnologías más prometedoras dado que por su facilidad de uso se está convirtiendo en una herramienta casi de uso obligatorio en nuestro día a día. Podemos encontrarla en diferentes sectores industriales como personales, desde la autenticación de una tarjeta de telepeaje en una autopista de peaje, pasando por la localización y seguimiento de un paquete en una nave industrial de una empresa dedicada al servicio de mensajería exprés hasta acreditarlos en el control de acceso de nuestra empresa.

Mediante esta tecnología, vamos a poder optimizar la gestión de una biblioteca en todos sus aspectos, pudiendo así mejorar el sistema de préstamo y devolución simplemente automatizándolo. Se agiliza el proceso de préstamo, al poder sacar y devolver más de un libro a la vez. Así de esta manera ganaremos tiempo para poderlo dedicar a otras tareas de nuestra biblioteca donde no es posible optimizar los tiempos, ya que la mayoría de ellas son manuales o de atención directa al usuario. Esta es la principal ventaja de utilizar RFID en la Biblioteca, puesto que al no ser necesaria la visión directa entre lector y etiqueta RFID, el proceso de préstamo es más eficiente, sencillo y rápido.

Este proyecto me ha permitido poner en práctica en un entorno real los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en sistemas de comunicación inalámbrica con el objetivo de optimizar y automatizar procesos.

### 6.2. Trabajos futuros

Nuestra aplicación, desarrollada en el 2005, es un prototipo sencillo para la gestión de usuarios y libros en una biblioteca, la cual se podría ver mejorada ampliando los diferentes campos de la base de datos ya existentes. Podríamos pasar de un usuario genérico a distinguir diferentes tipos como alumno, profesor, etc. De esta manera se podrían otorgar diferentes pautas de préstamo y devolución entre los diferentes grupos de usuarios. Añadiríamos más datos a la ficha del usuario, pudiendo tener mayor información en su perfil como dirección, teléfono, correo electrónico, DNI, etc. Distinguiríamos los fondos bibliográficos o materiales prestables disponibles, los cuales podrían ser libros, DVD'S, revistas, etc. Por último, en la interfaz gráfica añadiríamos más pestañas para hacer búsquedas más complejas así como la visualización de los materiales en préstamo a un usuario.

Hay que tener en cuenta que al añadir más información personal, habría que analizar su implicación con la Ley Orgánica de Protección de Datos, por lo que habría que tomar las medidas oportunas para su cumplimiento.

Dado el potencial que tiene esta tecnología y las funcionalidades desarrolladas en el aplicativo, para mejorar la eficiencia de procesos, una línea de trabajo sería hacer una renovación tecnológica de la aplicación para facilitar la integración con los sistemas más actuales y analizar cuál sería la tecnología más adecuada para ello.

Prueba de que actualmente se apuesta por el uso de esta tecnología es la existencia de numerosas aplicaciones basadas en RFID, como es el caso de la Universidad Autónoma de Madrid, que realizó la implantación del sistema de gestión bibliotecaria basada en RFID progresivamente,



empezando el proyecto piloto en la Biblioteca de Psicología en el 2009 y culminando el proyecto en la Biblioteca de Económicas de la Universidad en el 2012.

Para gestionar el sistema de una biblioteca completa, además de gestionar el registro de usuarios/libros y el préstamo/devolución a través del puesto central de la biblioteca, completaríamos el sistema con más módulos y equipos para facilitar a los usuarios el uso de los recursos de la biblioteca; y el control total e inventariado de los fondos por parte del bibliotecario.

En definitiva, se produciría la automatización del proceso de préstamo y devolución, ya que los usuarios podrían sacar y devolver libros automáticamente, minimizando el período de espera, sacando más de uno a la vez, lo que ahorra mucho tiempo y facilita el proceso de préstamo y devolución. También se gana tiempo al hacer simultáneamente la lectura del código y la activación/desactivación del bit antirrobo.

Para ello sería necesario instalar dos nuevos terminales independientes en los que el usuario realizaría las gestiones autónomamente: una estación de autopréstamo en la que el usuario puede retirar los libros presentando en el terminal su tarjeta de usuario y el material que quiera llevarse de acuerdo a las políticas de la biblioteca, y una estación de autodevolución o buzón de devolución en el que el usuario devuelve el ejemplar en el buzón y queda inmediatamente registrado en el sistema mediante el envío de una señal de radiofrecuencia desde el buzón al sistema de gestión de la biblioteca, activándose al mismo tiempo la función antirrobo.

Para realizar el inventariado del fondo bibliotecario dispondríamos de equipos portátiles que posibilitan la lectura de múltiples etiquetas sin tener que mover los ejemplares de las estanterías, agilizando considerablemente los procesos rutinarios de inventariado y permitiendo un control permanente sobre las existencias y uso de las colecciones.

Y por último, y no menos importante un sistema antirrobo con la colocación de dos antenas de seguridad que forman un pasillo por el que deben pasar todos los usuarios al entrar y salir de la biblioteca. Se dispararía una alarma cuando alguien pase con algún artículo con la función antirrobo activada.

Con todo ello se ha conseguido optimizar y automatizar las tareas de una biblioteca de una forma simple, eficaz y rápida convirtiendo el RFID en la tecnología del presente y del futuro.



---

## CAPÍTULO 7

### Bibliografía y obras de referencia

---



## 7. Bibliografía y obras de referencia

### LIBROS

**“RFID Handbook. Fundamentals and applications in contactless Smart Cards and Identification”**. Segunda edición. Klaus Finkenzeller. Wiley & Sons. Munich, 2003.

**“RFID Sourcebook”**. Sandip Lahiri. IBM Press. 2005

**“La cara oculta de C++ Builder”**. Ian Martens. 1999

### MANUALES Y PROYECTOS

**“Sistema RFID ICODE”**. Manual técnico de Softrónica, Ing. Electrónica Software y Comunicaciones.

**“Sistema RFID ICODE RIDEL5000”**. Manual de desarrollo software de Softrónica, Ing. Electrónica Software y Comunicaciones.

**“Lector/Grabador ICODE de largo alcance RIDEL5000”**. Manual técnico de Softrónica, Ing. Electrónica Software y Comunicaciones.

**“Estudio y evaluación de sistemas de identificación automáticos”**. Alejandro Díaz Hortelano. PFC 2005

### ARTÍCULOS

**“RFID. Etiquetas Inteligentes”**. José Manuel Huidobro. 2004

**“Identificación por frecuencia de radio (RFID) para el mundo real”**. FKI Logistek. 2005

**“Use of RFID Technology in Libraries: a New Approach to Circulation, Tracking, Inventorying, and Security of Library Materials”**. Syed Md. Shahid. 2005

**“RFID: El código de barras inteligente para Bibliotecas”**. Cristián Maturana M. 2006

**“RFID en la gestión y mantenimiento de bibliotecas”**. Alberto Gómez-Gómez, Borja Ena-Rodríguez, Paolo Priore. Universidad de Oviedo, 2007



## PÁGINAS WEB

**<http://softtronica.es>** – Compañía basada en la investigación y fabricación de tecnología RFID.

**<http://www.rfidjournal.com/>** – Noticias e información sobre RFID y sus aplicaciones.

**<https://es.wikipedia.org/wiki/RFID>** – Web de la enciclopedia libre con información sobre RFID.

**[http://www.nxp.com/products/identification\\_and\\_security/smart\\_label\\_and\\_tag\\_ics/icode/](http://www.nxp.com/products/identification_and_security/smart_label_and_tag_ics/icode/)** – Web del producto ICODE de Philips.

**<http://www.rfid-library.com/>** – Empresa especializada en tecnología RFID para bibliotecas.

**<http://www.rfidhy.com/>** – Empresa especializada en tecnología RFID.

**<http://www.checkpointsystems.com/>** – Empresa especializada en tecnología RFID.

**<http://rfidusa.com>** – Web con información, artículos y aplicaciones de RFID.

**<http://www.rfidpoint.com/>** – Comunidad web de RFID en Latinoamérica.

**<http://www.barcode-1.com/>** – Web de información sobre el código de barras.

**<http://elvex.ugr.es/decsai/builder/index.html>** – Curso online de C++ Builder.

**<http://www.infor.uva.es/~jvegas/cursos/bd/sqlplus/sqlplus.html>** – Web con información sobre SQL.





---

## CAPÍTULO 8

### Glosario

---



## 8. Glosario

**AIDC** (*Automatic Identification and Data Capture*) – Identificación Automática y Captura de Datos se refiere a los métodos de identificación automática de objetos, recolección de datos sobre ellos e introducción de esos datos directamente en sistemas computacionales.

**ASCII** (*American Standard Code for Information Interchange*) – Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información es un código de caracteres basado en el alfabeto latino.

**EAN** (*European Article Number*) – Es el principal estándar de código de barras.

**EAS** (*Electronic Article Surveillance*) – Sistemas basados en un único bit de información en los *transponders*, usado principalmente como sistema antirrobo en almacenes y establecimientos.

**ICODE** – Familia de dispositivos RFID desarrollada por Philips

**EEPROM** (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*) – Memoria más usada en los sistemas con acoplamiento inductivo. Tiene unos ciclos de escritura limitados y un consumo alto de batería.

**EPC** (*Electronic Product Code*) – Código Electrónico de Producto es un número único diseñado para identificar de manera inequívoca cualquier objeto.

**OCR** (*Optical Character Recognition*) – Reconocimiento Óptico de Caracteres es un proceso dirigido a la digitalización de textos.

**RAM** (*Random Access Memory*) – Memoria de acceso aleatoria y volátil.

**RFID** (*Radio Frequency IDentification*) – Sistema de identificación automática y de captura de datos que comprende uno o más lectores y uno más *transponders* que realizan la comunicación a determinada frecuencia.

**ROM** (*Read Only Memory*) – Memoria de sólo lectura.

**SMARTCARD** – Tarjeta inteligente. Cualquier tarjeta del tamaño del bolsillo con circuitos integrados, que permite la ejecución de cierta lógica programada.

**SQL** (*Structured Query Language*) – Es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en ellas.

**TAG** – Tarjeta o etiqueta RFID

**TRANSCIEIVER** – Elemento de un sistema RFID que cuenta con un transmisor y un receptor que comparten parte de la circuitería o se encuentran dentro de la misma caja que trabaja como transmisor de señales de radiofrecuencia.



**TRANSPONDER** (*TRAN*Smitter-*res*PONDER) – Elemento de los sistemas RFID capaz de recibir la información del lector y de transmitir su información aprovechando la energía del propio lector o con ayuda de una alimentación externa.

**UPC** (*Universal Product Code*) – Principal estándar de código de barras en EEUU.

**WORM** – Memoria con escritura única lectura múltiple.